

549 GEO 140

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

---

# TABLAS MINERALÓGICAS

POR

P. GROTH y K. MIELEITNER

---

TRADUCIDAS DE LA ÚLTIMA EDICIÓN ALEMANA (1921)

POR

JUAN CARANDELL PERICAY

(Con una «Introducción» por L. FERNÁNDEZ NAVARRO)

611558635  
12400865

MADRID

1925

## Prólogo de la última edición alemana.

*El firmante tenía la intención de publicar una nueva edición de sus Tabelarischen Übersicht der Mineralien, nach ihren Kristallographisch-chemischen Beziehungen geordnet, cuya primera apareció en 1898; y el conservador de las colecciones mineralógicas de Munich, Doctor K. Mieleitner, venía preparando desde hace mucho tiempo dicha publicación, introduciendo en el sistema los minerales recientemente descubiertos. En la preparación del texto se evidenció que éste, para responder a las consideraciones químicas actuales, tenía que hacerse en una forma nueva —por lo demás esencialmente reducida—pero en la que (dado el gran número de colecciones privadas y públicas que están ordenadas con arreglo al primitivo Tabelarischen.....) se conservasen en lo posible las antiguas series mineralógicas. Esta refundición ha sido realizada con la colaboración del Dr. Mieleitner, habiendo agregado a la misma una tabla para la determinación de los minerales más importantes por medio de sus caracteres exteriores. Como esta tabla contiene una breve descripción de los minerales (exceptuando los no importantes o muy raros), el*

conjunto ofrece en cierto modo una guía de la Mineralogía, la cual, no sólo puede ser de utilidad para los coleccionistas, sino que también puede ser suficiente para la mayoría de los estudiantes (aparte lecturas, ejercicios prácticos y estudio de las colecciones de enseñanza). Para conocimiento de localidades y modo de presentarse en los yacimientos, puede indicarse como complementaria la obra de K. Mielitner, Die technisch wichtigen Mineralstoffe, Übersicht ihres Vorkommens und ihrer Entstehung, con un prólogo de P. Groth (Munich y Berlín, 1919).

P. GROTH

Munich, Abril de 1921.

## Introducción a la edición española.

Para el mineralogista principiante como para el que estudia los minerales bajo un punto de vista puramente técnico, la clasificación mineralógica tiene poca importancia; no es sino un medio que facilite el reconocimiento de un mineral por procedimientos rápidos y sencillos. Un sistema claro de entender y fácil de aplicar, que sólo comprenda en sus claves las especies que han de estudiarse, constituirá en este caso la mejor clasificación.

Pero si como ocurre en las demás ramas de la Historia Natural, la clasificación aspira a expresar el conjunto de las relaciones naturales entre los seres clasificados, si ha de pasar de ser un sistema o medio a ser un método o fin, su importancia sube de punto y en su mayor o menor adelanto se reflejará exactamente el mayor o menor adelanto de la Mineralogía. Que esta ciencia para tener el carácter de tal, no ha de proponerse escuetamente describir los minerales, enumerar sus propiedades y aplicaciones, dar a conocer sus yacimientos, sino que debe tender sobre todo ésto a revelar la evolución del mundo inorgánico, la *vida* de las piedras, que también la tienen, aunque por la lentitud de



sus procesos y la extensión de sus fenómenos escape a una observación somera.

No hemos de extendernos aquí acerca del atraso en que se encuentra la sistemática mineralógica y de las causas de semejante estado (1). Baste a nuestro propósito afirmar que del *método* mineralógico sólo se conocen fragmentos pequeños y poco numerosos que responden a nombres de conjunto universalmente reconocidos; feldspatos, humitas, micas, ceolitas, serie del apatito, series de los carbonatos romboédricos y rómbicos, espinelas, granates, piroxenos y anfíboles, etc. Toda clasificación que se proponga habrá de respetar los mencionados grupos tal y como están constituidos

Así, las clasificaciones modernas más generalmente aceptadas, aun no siendo en realidad más que imperfectos sistemas químicos, no osan dislocar estas pequeñas series naturales, aunque para ello tienen que faltar con frecuencia a su principio fundamental.

De estas clasificaciones, la más difundida y la que se considera como más adelantada actualmente, es la propuesta por el Profesor Paul Groth, de Munich, desarrollada últimamente con el auxilio de su ayudante Mieleitner, sabio conservador del Museo mineralógico de Munich, por desgracia recientemente fallecido. La experiencia didáctica del Profesor Groth, su gran base de conocimientos químicos y cristalográficos y el llevar más de un cuarto de siglo ocupándose con asiduidad de la sistemática mineralógica, han dado como resultado

---

(1) Acerca de este asunto pueden verse nuestras: «Consideraciones sobre la clasificación mineralógica». *Rev. de la R. Acad. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, t. XIV, p. 345-378; Madrid, 1915.

una obra, hoy por hoy insuperable. La mayoría de las grandes colecciones están actualmente ordenadas con arreglo a esta clasificación.

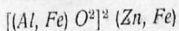
La JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS ha tenido un gran acierto al hacer traducir por el Profesor Carandell la última edición de las Tablas de Groth-Mieleitner. No es este libro la presentación escueta de un sistema más o menos acertado; sino que exponiendo los fundamentos de la distribución, dá a conocer la última palabra de lo que se sabe en cuanto a constitución química y estructura cristalina de los minerales. Es en este sentido un verdadero libro de estudio y de consulta, en que se refleja fielmente el estado actual de la Mineralogía científica.

El ejemplar que ha servido para la traducción fué corregido y adicionado a última hora por el propio autor, con lo cual resulta que la edición española está aún más al día que la última alemana.

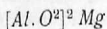
Para hacerla más claramente inteligible a los mineralogistas de lengua castellana hemos creído conveniente que la preceda un cuadro de las formas cristalinas clasificadas por sus elementos reales de simetría, adoptando para las «clases» el orden y las denominaciones empleadas por Groth en la última edición (1921) de sus *Elemente der Physikalischen und Chemischen Krystallographie*.

Una advertencia todavía. Los grupos atómicos que entran íntegramente en una combinación, se encierran entre paréntesis cuadrados [ ] para distinguirlos de los elementos que se sustituyen entre sí, sin proporciones atómicas determinadas; éstos se encierran en paréntesis ordinarios ( ), separándolos por una coma. Así, por ejem-

plo, la fórmula de la Gahnita



se deduce de la del rubí-espinela



en la cual el aluminio unido al oxígeno en la proporción atómica 1:2, puede ser sustituido parcialmente por *Fe* trivalente; y el bivalente *Mg* está reemplazado por *Zn* y *Fe* en proporciones variables.

---

# Clasificación de las formas cristalinas

por sus elementos de simetría.

I.—Grupo de los cristales *trimétricos*, sin eje de simetría superior a la binaria, o de construcción sencilla.

A.—Sistema *triclinico*. (Asimétrico; Anórtico; Triclinoédrico; Prismático oblicuo no simétrico; Prismático bi-oblicuo; etc.)

CLASE I.—PEDIAL. (Asimétrica, Hemiédrica triclinica.)

Simetría: Ningún elemento (fig. 1.<sup>a</sup>).

Ejemplo: Hiposulfito cálcico  $S_2O_3Ca \cdot 6H_2O$  (1).

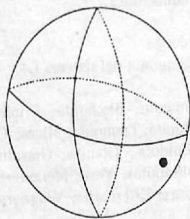


Fig. 1.<sup>a</sup>

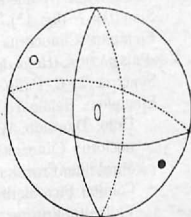


Fig. 2.<sup>a</sup>

CL. II.—PINACOIDAL. (Holoedría o Singonía triclinica.)

Simetría:  $C$  (fig. 2.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Sassolina; Calcantita; Rodonita; Distena; Plagioclasas; Microclina; Axinita.

B.—Sistema *monoclinico*. (Monosimétrico; Monoclinoédrico, Binario; Clinorrómbico; Prismático oblicuo simétrico; Prismático oblicuo o uni-oblicuo; etc.).

CL. III.—ESFENOIDICA. (Esfenoédrica, Hemimorfia monoclinica.)

(1) Sólo pondremos como ejemplo productos artificiales en las clases a que no pertenece ningún mineral conocido.

Simetría:  $L$  (fig. 3.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Fichtelita.

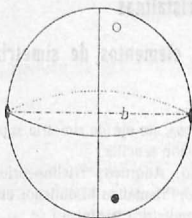


Fig. 3.<sup>a</sup>

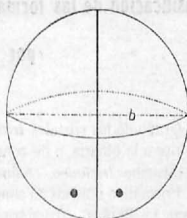


Fig. 4.<sup>a</sup>

CL. IV.—DOMÁTICA. (Hemiédrica monoclinica.)

Simetría:  $P$  (fig. 4.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Clinoedrita; Escolecita.

CL. V.—PRISMÁTICA. (Holoedría o Singonía del sistema.)

Simetría:  $L, C, P$  (fig. 5.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Rejalgá; Oropimente; Bischofita; Criolita; Urao; Diopsido; Wollastonita; Tremolita; Micas; Clinocloro; Clinozoisita; Epidota; Titanita; Glaserita; Mirabilita; Crocoíta; Wolframitas; Yeso; Melanterita; Cainita; Picromerita; Borax; Estercorita; Wagnerita; Vivianita; Eritrita.

Ortosa; sanidino (seudo-monoclinicos).

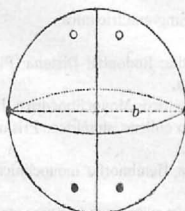


Fig. 5.<sup>a</sup>

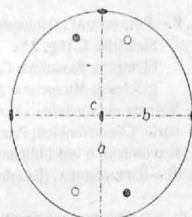


Fig. 6.<sup>a</sup>

C.—Sistema *rómbico*. (Ortorrómbico; Terbinario; Prismático recto de base rectangular o rombal; etc.)

CL. VI.—DIESFENOIDICA. (Esfenoédrica rómbica, Hemiedría holóaxica rómbica.)

Simetría:  $L, L', L''$  (fig. 6.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Azufre  $\alpha$ ; Epsomita; Goslarita; Humita?

CL. VII.—PIRAMIDAL. (Hemimórfica rómbica.)

Simetría:  $L, P, P'$  (fig. 7.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Salitre; Aragonito; Estroncianita; Witerita; Ceurusita; Pirsonita; Calamina; Estruvita; Estefanita?

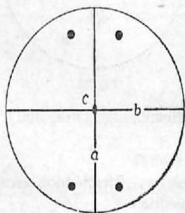


Fig. 7.<sup>a</sup>

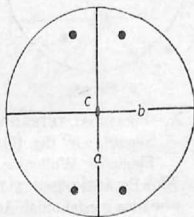


Fig. 8.<sup>a</sup>

CL. VIII.—BIPYRAMIDAL. (Holoedría o Singonia rómbica.)

Simetría:  $L, L', L'', C, P, P', P''$  (fig. 8.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Domeikita; Tridimita; Brookita; Diaspora; Manganita; Gaetita; Calcosina; Antimonita; Marcasita; Mispiquel; Cotunita; Carnalita; Teschemacherita; Forsterita; Fayalita; Topacio; Estaurolita; Tenardita; Anhidrita; Celestina; Baritina; Anglesita; Crisoberilo; Buronita; Enargita; Estrengita; Escorodita.

Valentinita; Enstatita; Broncita; Hiperstena; Zoisita; Natrolita; Desmina (seudo-rómbicos).

II.—Grupo de los cristales *dimétricos*, o con un solo eje de simetría superior a la binaria.

D.—Sistema *tetragonal*. (Cuadrático; Cuaternario; Piramidal; Prismático recto de base cuadrada; etc.)

CL. IX.—DIESFENOÍDICA. (Esfenoédrica tetragonal; Tetartoédrica tetragonal.)

Simetría:  $A^{II}$  (fig. 9.<sup>a</sup>).

Ejemplos: Alumo-silicato de calcio  $SiO_7Al_2Ca_2$ ?

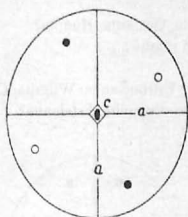


Fig. 9.<sup>a</sup>

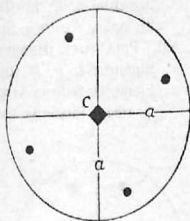


Fig. 10.

CL. X.—PIRAMIDAL TETRAGONAL. (Hemimórfica tetragonal.)

Simetría:  $A^{IV}$  (fig. 10).

Ejemplos: Wulfenita; Fergusonita?

CL. XI.—ESCALENOÉDRICA TETRAGONAL. (Hemiédrica escalenoédrica o esfenoidal; Antihemiedría.)

Simetría:  $A^{II}$ ,  $2L$ ,  $2P$  (fig. 11).

Ejemplos: Calcopirita.

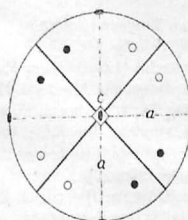


Fig. 11.

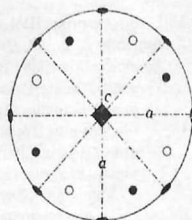


Fig. 12.

CL. XII.—TRAPEZOÉDRICA TETRAGONAL. (Hemiédrica trapezoédrica u holoáxica.)

Simetría:  $A^{IV}$ ,  $2L$ ,  $2L'$  (fig. 12).

Ejemplos: Fosgenita?; Sulfato exahidratado de níquel  
 $SO_4Ni \cdot 6 H_2O$ .

CL. XIII.—BIPIRAMIDAL TETRAGONAL. (Hemiédrica piramidal.)

Simetría:  $A^{IV}$ ,  $C$ ,  $H$  (fig. 13).

Ejemplos: Scheelita; Povelita; Pinoita; Cuproscheelita?;  
 Estolcita?; Sarcolita?

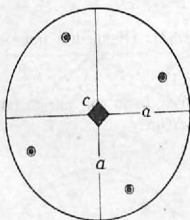


Fig. 13.

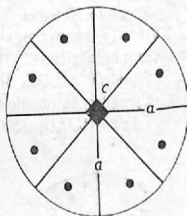


Fig. 14.

CL. XIV.—PIRAMIDAL DITETRAGONAL. (Hemimorfia ditetrago-  
 nal.)

Simetría:  $A^{IV}$ ,  $2P$ ,  $2P'$  (fig. 14).

Ejemplo: Pentaeritrita  $C_5H_{12}O_4 = C(CH_2.OH)_4$ .

CL. XV.—BIPIRAMIDAL DITETRAGONAL. (Holoedría o Singonia  
 tetragonal).

Simetría:  $A^{IV}$ ,  $2L$ ,  $2L'$ ,  $C$ ,  $H$ ,  $2P$ ,  $2P'$  (fig. 15).

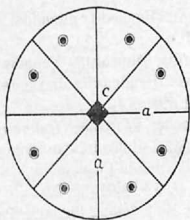


Fig. 15.

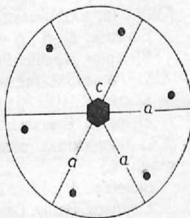


Fig. 16.



Ejemplos: Rutilo; Circón; Casiterita; Idocrasa; Xenotima; Melilita; Hausmanita; Melita.  
Apofilita (seudo-tetragonal).

E.—Sistema *exagonal*. (Orto-exagonal; Senario; Romboédrico en parte.)

CL. XVI.—PIRAMIDAL EXAGONAL. (Hemimórfica exagonal.)

Simetría:  $A^{VI}$ , (fig. 16).

Ejemplo: Nefelina.

CL. XVII.—TRAPEZOÉDRICA EXAGONAL. (Hemiedría trapezoédrica u holoáxica.)

Simetría:  $A^{VI}$ ,  $3L$ ,  $3L'$  (fig. 17).

Ejemplo: Antimonio-tartrato de bario con nitrato potásico  $(C_4H_4O_6)_3(SbO)_2Ba.NO_3K$ .

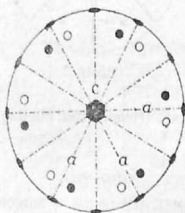


Fig. 17.

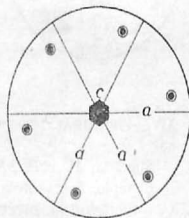


Fig. 18.

CL. XVIII.—BIPIRAMIDAL EXAGONAL. (Hemiedría piramidal.)

Simetría:  $A^{VI}$ ,  $C$ ,  $H$  (fig. 18).

Ejemplos: Apatito; Piromorfita; Mimetesita; Vanadinita.

CL. XIX.—PIRAMIDAL DIEXAGONAL. (Hemimorfia diexagonal)

Simetría:  $A^{VI}$ ,  $3P$ ,  $3P'$  (fig. 19).

Ejemplos: Greenockita; Cincita; Wurtzita; Yodargirita.

CL. XX.—BIPIRAMIDAL DIEXAGONAL. (Holoedría o Singonia exagonal.)

Simetría:  $A^{VI}$ ,  $3L$ ,  $3L'$ ,  $C$ ,  $H$ ,  $3P$ ,  $3P'$  (fig. 20).

Ejemplos: Berilo; Covelina; Molibdenita; Pirrotita; Parisita; Milarita.

F. — Sistema *trigonal*. (Ternario; Romboédrico en parte.) (1)  
 CL. XXI.—PIRAMIDAL TRIGONAL. (Hemimorfia trigonal; Tetartoédrica trigonal.)

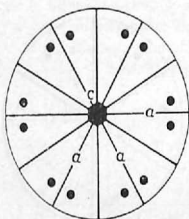


Fig. 19.

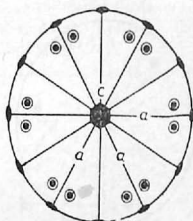


Fig. 20.

Simetría:  $A^{III}$  (fig. 21).

Ejemplo: Pefyodato sódico exahidratado  $Y_2O_3Na_2 \cdot 6HO_2$ .

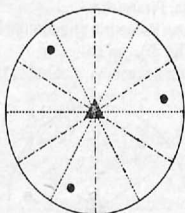


Fig. 21.

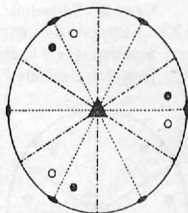


Fig. 22.

CL. XXII.—TRAPEZOÉDRICA TRIGONAL. (Hemiédrica trapezoédrica u holoáxica.)

Simetría:  $A^{III}$ , 3  $L$  (fig. 22).

Ejemplos: Cuarzo; Cinabrio.

(1) Las clases hemiédricas de este sistema serán tetartoédricas si se le considera comprendido en el exagonal; la clase XXI, hemimorfía de una tetartoedría, pasa a ser en este caso una ogdoedría.

## CL. XXIII.—BIPIRAMIDAL TRIGONAL. (Hemiédrica piramidal).

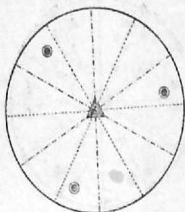
Simetría:  $A^{\text{III}}$ ,  $H$  (fig. 23).Ejemplos: Ortofosfato bi-argéntico  $PO_4H_2Ag$ .

Fig. 23.

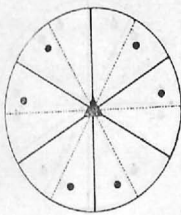


Fig. 24.

## CL. XXIV.—PIRAMIDAL DITRIGONAL. (Hemimorfia ditrigonal o trigonotípica.)

Simetría:  $A^{\text{III}}$ ,  $3P$  (fig. 24).

Ejemplos: Turmalina; Prusita; Pirargirita.

## CL. XXV.—BIPIRAMIDAL DITRIGONAL. (Holoedria trigonotípica).

Simetría:  $A^{\text{III}}$ ,  $3L$ ,  $H$ ,  $3P$  (fig. 25).

Ejemplos: Benitoita.

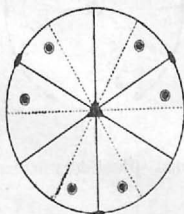


Fig. 25.

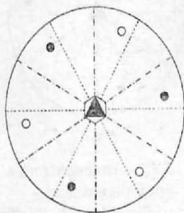


Fig. 26.

## CL. XXVI.—ROMBOÉDRICA. (Hemiédrica romboédrica.)

Simetría:  $A^{\text{III}}$ ,  $C$  (fig. 26).

Ejemplos: Dolomita; Ilmenita; Dioptasa; Fenaquita.

CL. XXVII.—DITRIGONAL ESCALENOÉDRICA. Holoedria o Singonia trigonal.)

Simetría:  $A^{III}$ , 3  $L$ ,  $C$ , 3  $P$  (fig. 27).

Ejemplos: Grafito; Arsénico; Antimonio; Bismuto; Corindón; Oligisto; Brucita; Nitratina; Giobertita; Calcita; Dialogita; Siderita; Esmitsonita.

Glasserita; Pennina; Chabasita (pseudo-trigonales).

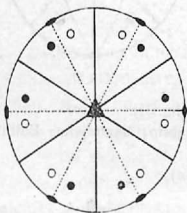


Fig. 27.

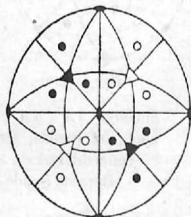


Fig. 28.

III.—Grupo de los cristales *monométricos*, con más de un eje de simetría superior a la binaria, o de construcción regular.

G.—Sistema *cúbico*. (Regular; Tercuatnario; Isométrico; Tetseral o Tesular; Esferoédrico; Tetraédrico; Monométrico; Equieje; etc.)

CL. XXVIII.—PENTAGONODECAÉDRICA TETRAÉDRICA. (Dodecaédrica plagiédrica; Tetartoédrica.)

Simetría: 3  $A^{II}$ , 4  $A^{III}$  (fig. 28).

Ejemplos: Ullmanita; Langbeinita.

CL. XXIX.—PENTAGONO-ICOSITETRAÉDRICA. (Hemiédrica plagiédrica u holoáxica.)

Simetría: 3  $A^{IV}$ , 4  $A^{III}$ , 6  $L$  (fig. 29).

Ejemplos: Cuprita; Sal común; Silvina; Salmiac.

CL. XXX.—DIADISDODECAÉDRICA. (Didodecaédrica; Hemiedría pentagonal o paralela.)

Simetría: 3  $A^{II}$ , 4  $A^{III}$ ,  $C$ , 3  $H$  (fig. 30).

Ejemplos: Pirita; Cobaltita; Esmaltita; Sperrilita; Alumbre.

CL. XXXI.—EXAQUISTETRAÉDRICA. (Exatetraédrica; Hemiedría tetraédrica.)

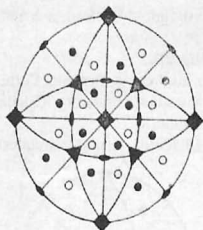


Fig. 29.

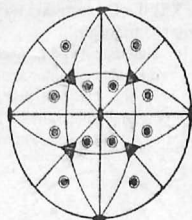


Fig. 30.

Simetría:  $3A^{II}$ ,  $4A^{III}$ ,  $6P$  (fig. 31).

Ejemplos: Blenda, Metacinnabrio; Nantoquita; Eulitina; Tetraedritas.

Boracita (pseudo-cúbica).

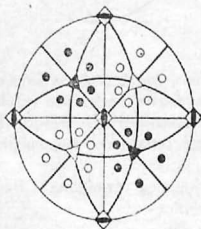


Fig. 31.

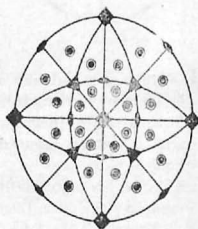


Fig. 32.

CL. XXXII.—EXAQUIOCTAÉDRICA (Exaocdaédrica, Holoedría o Singonia cúbica.)

Simetría:  $3A^{IV}$ ,  $4A^{III}$ ,  $6L$ ,  $C$ ,  $3H$ ,  $6P$  (fig. 32).

Ejemplos: Cobre; Plata; Oro; Diamante; Hierro; Platino; Periclasa; Argentita; Oldamita; Galena; Fluorita; Hieratita; Espinelas; Sodalita; Lasurita; Granates; Analcima.

Arsenolita; Senarmontita; Perowsquita; Leucita (pseudo-cúbicos).

L. Fernández Navarro.

## INTRODUCCIÓN

La sistemática mineralógica tiene por objeto ordenar los minerales con arreglo a las afinidades que los relacionan. A tal fin se agrupan éstos constituyendo un sistema cristaloquímico, es decir, una distribución metódica de los minerales basada en sus caracteres cristalográficos y químicos a la vez. Estos últimos se hacen patentes mediante las fórmulas, las cuales no sólo traducen la composición cuantitativa de un mineral dado, sino que incluso en muchos casos llevan al ánimo la idea de su arquitectura atómica.

Tales determinaciones estructurales (obtenidas mediante la síntesis y el análisis), con el indispensable auxilio de los pesos moleculares, etc., sólo pueden establecerse operando, en general, sobre cuerpos disueltos o fundidos; y los resultados que así se obtienen son, de ordinario sencillos para los cuerpos sólidos, aunque nosotros opinamos que las relaciones que pueda haber entre las estructuras del estado sólido y del de disolución todavía no son, en el momento actual, muy evidentes. Por lo que toca a las concomitancias entre las diferentes modificaciones que experimenta un cuerpo polimorfo en estado sólido, y el tamaño que sus moléculas tienen cuando está disuelto, nuestros datos son más oscuros; y por esto se utiliza la fórmula más sencilla;

por ejemplo, para el Rutilo, la Anatasa y la Brookita,  $TiO_2$ ; para la Piritita y la Marcasita,  $FeS_2$ . Existiendo un paralelismo patente entre los Piroxenos y los Anfíboles, para unos y otros se dan las mismas fórmulas, elegidas entre las más sencillas que se han obtenido como resultado de los análisis, y sólo se duplica o cuadruplica la molécula en aquellos casos en que lo requiere o autoriza la composición química global; así se escribe para el Diopside  $[SiO_3]_2CaMg$ , y para la Tremolita  $[SiO_3]_4CaMg_3$ ; es decir, aquí no es que se trate de mezclas isomorfas entre  $SiO_3Ca$  y  $SiO_3Mg$ , sino que estamos en el caso de una multiplicación de estas sales de la proporción 1 : 1 a la 1 : 3. Si la constitución química de un mineral no cabe encerrarla en una fórmula, se indicará en el texto, siempre que sea posible, su composición empírica.

Por esto mismo es preciso considerar como fundamentales aquellas nociones que se nos dan en virtud de las investigaciones químicas modernas. En general, las fórmulas basadas en las valencias son las más viables, puesto que se prestan para la representación y fijeza en la memoria mejor que los a menudo difíciles complejos resultantes de las doctrinas coordinatorias de Werner. Estas últimas son igualmente dignas de tenerse en cuenta en toda ocasión en que puedan aplicarse con visos de verosimilitud y cuando se trate de determinados minerales que se acomoden a ellas de un modo claro. Es aún prematuro todo sistema mineralógico fundado exclusivamente en la doctrina coordinatoria de Werner, pues de una parte presenta muchas lagunas y por otra no se sabe todavía con certeza el lugar que en dicho sistema ocupan todas las clases mineralógicas. Algo de esto se pone de relieve en la 4.<sup>a</sup> edición de sus *Anschaunngen auf*

*dem Gebiete der Anorganischen Chemie* (1913), o en R. Weinlands, *Einführung in die Chemie der Komplex-Verbindungen* (1919). Las teorías wernerianas se comparan bastante ampliamente con muchas sales básicas e hiperbásicas, las cuales se consideran sin gran esfuerzo como enmascaramiento de ciertas agrupaciones atómicas en virtud de las valencias llamadas secundarias. Igual ocurre con muchos hidratos, como casos en que el papel del agua en los minerales es difícil de aquilatar.

Cuestión de tanta actualidad como la distinción entre el agua de constitución y la de cristalización sigue en pie, incluso si la discriminación es de carácter puramente cualitativo; y todavía en muchísimos aspectos el papel del agua y la proporción de ésta, lo mismo por bajo que por sobre 100°, se ignora. Cómo se comporta el agua, cuál es la naturaleza de ésta, tiene, pues, mucho de arbitrario, especialmente en muchas y dudosas investigaciones acerca de los fosfatos y sulfatos. Asimismo puede decirse que de ningún modo ofrece seguridad la resolución del problema cuando éste se enfoca hacia los silicatos. En virtud de los resultados a que conducen los más recientes estudios analíticos, es de todo punto ilógico considerar en los silicatos (especialmente en las ceolitas) como de constitución *toda* el agua; en la mayoría de los casos ésta se encuentra en solución sólida, o de lo contrario no es posible incluirla en la fórmula química; casi toda el agua emigra antes de la destrucción de la molécula; y el agua de muchos silicatos, cuya proporción experimenta a veces fuertes alternativas, es capaz de reintegrarse casi siempre en ellos. En el texto consignamos la cantidad de agua cuando se trata de casos que no ofrecen duda.



En numerosas sales básicas, particularmente silicatos y fosfatos, parte de los hidroxilos está reemplazada por halógenos (fluor, más rara vez cloro). Como resultado de recientes investigaciones, se ha llegado a la conclusión de que este halógeno está inmediatamente unido con el metaloide (*Si* o *P*), y hay ejemplos en que tales asociaciones (por ejemplo, los fluomolibdatos y fluoniobatos), han sido puestas de manifiesto de un modo elegante; pero de esto a deducir una regla general que comprenda a todas las restantes sales, sin las debidas investigaciones en cada caso particular, media una gran diferencia (esta generalización aparece en algunos trabajos antiguos de R. Weinland y K. Daniel; según noticias personales, estos químicos no mantienen ya sus puntos de vista ante el problema). Especialmente la sustitución directa del silicio por el fluor en los fluosilicatos es muy inverosímil a la luz de los principios de la Química. Por este motivo se escriben en el texto de igual modo que hasta aquí ha venido haciéndose, con lo cual el halógeno, así como el hidroxilo, están unidos con el metal.

Entre los minerales llamados amorfos, es decir, aquellos cuerpos cristalizados en finísimas partículas, o algunas concentraciones coloidales, existen bastantes de consistencia gelatinosa y que en un principio recibieron el nombre de cristaloides. En tanto los primeros son de una fácil caracterización—ya que sólo se distinguen de los cuerpos cristalinos ordinarios por el tamaño (por ejemplo, el carbón amorfo y el grafito)—los amorfos coloidales ofrecen mayores dificultades. En el caso de ser conocido el cristaloides, en el sentido general de la palabra, admitimos, como antes para los minerales, que el agua

de cristalización está combinada. Casi siempre estos minerales los colocamos en los epígrafes que con el título de «Observaciones» siguen a los grupos. Sólo una minoría de minerales que no encierran jamás agua asociada de un modo natural, está representada por géneros verdaderamente raros, como la Patronita.

En general, las especies minerales puras sólo pueden establecerse sobre bases químicas y cristalográficas; las variedades que dudosamente pueden segregarse de la especie madre, así como las mezclas isomorfas (que, como aquéllas, constituyen a modo de fluctuaciones entre los tipos extremos de los minerales), sólo se incluyen generalmente en las observaciones.

Hemos de decir dos palabras acerca de las determinaciones y datos de carácter cristalográfico. En estas tablas se ha tenido en cuenta la nomenclatura de los *Elemente der Physikalischen und Chemischen Krystallographie*, de P. Groth, Munich 1921, que también se ha seguido en los citados trabajos, porque las relaciones en general muy importantes, de carácter químico-cristalográfico, constituyen las bases de la sistemática mineralógica.

Factor no menos fundamental de la Sistemática es el parentesco químico de los minerales, con el fin de establecer la distribución de éstos en grandes grupos (clases, etcétera); la forma cristalográfica conviene al criterio de diferenciación o parentesco relativo de los minerales afiliados a un fondo químico general, y de ahí que se acostumbre a aplicarla para la subordinada división en grupos y series. Jamás deja de procederse desde lo sencillo a lo complejo, estudiando primero los metaloides como extremos de las series de los Elementos, Sulfidos y Óxidos, y constituyendo el otro extremo los metales,

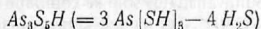
más básicos; lo contrario se hace en las oxisales, en las cuales se estudian primero los álcalis. De todo lo cual, en conclusión, se deduce la siguiente división de los minerales:

CLASE I.—Comprende los Elementos y los compuestos naturales más raros: *Metálidos*, *Cárbidos*, *Fósfidos* y *Nítridos*. A la cabeza de esta clase figuran los Metaloides; el grupo del arsénico precede a los Metales, figurando a su vez, entre éstos, los más electronegativos en primer lugar, y los más básicos (los del grupo del cobre), al final de la serie.

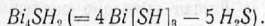
CLASE II.—Esta queda integrada por los *Súlfidos* y *Sulfosales*. No obstante tener éstas la analogía que con las oxisales guardan, presentan, por sus propiedades, por el modo de formarse y por sus yacimientos, tales caracteres de conjunto y ofrecen un sello de clase tan delimitado, que no pueden separarse de los Súlfidos; y de ahí también que la única sulfoxisal claramente conocida en la Naturaleza se incluya en este grupo.

Tanto física como químicamente esta clase sigue inmediatamente a los Elementos, a modo de prolongación de éstos; en ella figuran, además, las menas más importantes de los metales pesados (aparte de las del hierro). Asociados a los Súlfidos están los *Selénidos*, *Telúridos*, *Arsénidos*, *Antimónidos* y *Bismútidos*. En la distribución sistemática de la serie se tienen en cuenta las mismas consideraciones fundamentales que en la de los Elementos, aparte la progresión ascendente de la cantidad de azufre; como término de ésta se colocan los cuerpos de constitución dudosa. Al iniciar las *Sulfosales* indicamos las más simples, los *Sulfoferritos*, etc., siguién-

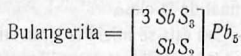
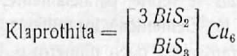
doles los *Sulfoarsenitos*, *Sulfoantimonitos* y *Sulfobismutitos*, constituidos, respectivamente, por los ácidos  $As[SH]_3$ ,  $Sb[SH]_3$  y  $Bi[SH]_3$ , con eliminación de  $SH_2$ . Están dispuestos en serie ascendente con respecto al valor de la razón  $R'_2S : As_2S_3$ . A las sales ultrácidas del 1.<sup>er</sup> grupo siguen las de los ácidos



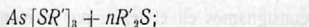
y



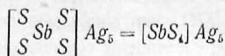
Abarca el 2.<sup>o</sup> grupo los Metasulfarsenitos  $AsS.SR'$ ; el grupo 10.<sup>o</sup> lo constituyen las ortosales  $As[SR]_3$ ; entre ambos grupos se interpolan otros cuyos ácidos se forman por la sustracción  $m (As [SH]_3) - n (SH_2)$ . Según Weinland las sales de que acabamos de ocuparnos derivarían del ácido sulfuroso, cuyos aniones poseerían ya dos veces el número de coordinación, ya tres; por ejemplo:



Estas sales se corresponden mutuamente. Con el grupo 12 comienzan las sales básicas, cuyas fórmulas de valencia son a veces muy inciertas (por ejemplo, para la Jordanita,  $AsS_3Pb_2 - S - Pb_2S_3As$ ), y en algunos casos incluso imposibles de establecer. Seguramente estamos en presencia de sales complejas, en el sentido que a este concepto asigna A. Werner para la fórmula



a Estefanita, por ejemplo, se formularia así:

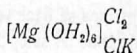


La subdivisión inmediata de los Sulfarseniatos, Sulfantimoniatos y Sulfovanadatos sólo se compone de sales del ortoácido  $AsS[SH]_5$ ; la de los Sulfofostannatos y Sulfofgermanatos la forman sales que pueden derivar del ortoácido  $Sn[SH]_4$  o de asociaciones más complejas  $[SnS_6]R'_n$ . El final de la serie está constituido por compuestos de Sulfofostannatos con Sulfantimonitos, acerca de cuya constitución hacemos en el texto las observaciones pertinentes.

CLASE III.—Esta clase abarca los óxidos y los hidróxidos no salinos, los cuales constituyen, en cierto respecto, el tránsito de los Elementos a las sales siguientes. Para los *Óxidos* se repite, paralelamente, la seriación adoptada para los Elementos y los Sulfidos. Lo mismo se hace con los *Hidróxidos*, poco numerosos. Los *Oxisulfidos* ocupan el final de la clase.

CLASE IV.—Con ésta se inicia la gran familia de las sales, comenzando por las más sencillas, las *Sales halóideas*, ocupando a su vez el primer lugar los *Halogénidos simples*, seriados según los grupos del sistema periódico, es decir, principiando por los anhidros y terminando por los hidratados. La subdivisión de los *Halogénidos dobles* contiene solamente los fluoridos y los cloridos, con cuya tan distinta característica se cierra la serie; a ella siguen todavía los hidratados. En los casos en que se conoce la constitución de estos minerales, la consignamos en el texto; por lo menos se sabe, en el

caso de las sales dobles, de las cuales la Carnalita se interpreta, según Werner, como un complejo



La subdivisión final está ocupada por los *Oxihalogénidos*; los dos primeros grupos son verdaderas asociaciones de óxidos metálicos y sales haloideas; acerca del 3.<sup>er</sup> grupo se indican en el texto los más afines.

CLASE V.—Esta clase abarca los *Carbonatos*, así como los *Nitratos* y *Yodatos*, muy próximos a aquéllos en virtud de las propiedades cristalográficas. Se estudian estos dos últimos grupos primero, por el corto número de especies que encierran; siguen luego los *Carbonatos anhidros, ácidos y normales*, seriados según la atomicidad de las bases; y por último las *Sales básicas y ultrabásicas anhidras*, con las cuales se asocian los anteriores compuestos halogenados. Igual criterio preside la distribución de los *Carbonatos hidratados*. Los pequeños grupos de los *Selenitos, Teluritos, Manganitos y Plumbitos* están seriados a su vez según su constitución, análoga desde luego a la de los grupos anteriores de esta misma clase, aunque podría sin temor alguno formarse con ellos una clase especial.

CLASE VI.—Abarca en primer lugar los *Sulfatos* y *Cromatos* (a menudo isomorfos mutuamente), siguiéndoles, por su próximo parentesco, los *Molibdatos* y los *Tungstatos*, que a su vez ceden el lugar a los *Uranatos*. Comienzan los grupos por las *sales normales anhidras*, a las que siguen las *sales anhidras básicas e hiperbásicas asociadas con otras sales*, y finalmente los numerosos

*sulfatos hidratados*, distribuidos en tres series: *sulfatos en general monometálicos*, *sulfatos polimetálicos*, y *asociaciones de sulfatos con otras sales*. La subdivisión y seriación de los distintos grupos se hace según costumbre.

CLASE VII.—Comprende las sales de ácidos tribásicos del *Boro*, *Aluminio*, *Hierro*, etc. Inicianla las *sales anhidras*, entre las cuales abundan las del grupo de la *Espínela*, con unos pocos boratos; las sales que siguen, todas ellas *hidratadas*, son boratos exclusivamente. Después de éstos vienen las escasas sales ácidas de *arsénico* y *antimonio*. Se carece de datos cristalográficos que puedan fijar relaciones entre los aluminatos y los boratos, y sólo merced a un criterio químico se incluyen ambos grupos en esta clase.

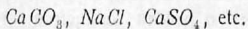
CLASE VIII.—La integran las *oxisales del ácido fosfórico* y las correspondientes del arsénico, antimonio, vanadio, niobio y tántalo. Las de estos dos últimos metaloides, así como las de los cuatro primeros, ofrecen en conjunto caracteres cristalográficos similares, pero los pocos niobatos y tantalatos se asocian entre sí. La subdivisión de los numerosos fosfatos, etc., se basa en la cantidad de agua que contienen, en el carácter del ácido (*Orto*, *Piro*, *Metaácido*), en el número (sales ácidas, normales, básicas) y valencias de los átomos metálicos; estudianse inmediatamente las *sales ácidas y normales anhidras*, a las que siguen las *básicas anhidras*, con las que se asocian, a su vez, las que llevan consigo elementos haloideos; y finalmente las sales básicas de algunos ácidos exarsenicales, y *asociaciones de fosfatos con otras sales*. Según el mismo plan expuesto se ordenan los *fosfatos hidratados*, los cuales se consideran como ortosales, apesar de desconocerse por completo la naturaleza

del agua que contienen. Finalmente, se estudia la única *sulfoxisal* natural que se conoce.

CLASE IX.—En esta clase, con mucho la más numerosa de todas, están comprendidos los *Silicatos*, y los *Titanatos*, *Zirconatos*, *Thoratos* y *Estannatos*, semejantes al primer grupo. Hasta hoy no era posible ninguna investigación experimental acerca de la constitución de los silicatos naturales; todos son insolubles en el agua, y la fragmentación del núcleo ácido mediante los reactivos ácidos minerales, como *G. Tschermack* preconizaba, destruye la molécula, induciendo a los más diversos errores respecto de su estructura. La alteración natural procedente de la descomposición de los silicatos puede dar, en muchos casos, ciertos datos fundamentales acerca de su constitución, pero sólo de un modo impreciso. De ahí que todas cuantas fórmulas se idean acerca de los silicatos no tienen más que un valor teórico, y restringido. Una de las teorías más en boga, es la siguiente: desde el punto de vista de la estructura química es verosímil que el aluminio desempeñe en los silicatos algún papel que se sale del que acostumbran a ejercer los restantes metales, pues muchas veces está ligado con el silicio de un modo tan íntimo que incluso puede formar con éste un complejo y funcionar como radical ácido. Según *W. Wernadsky*, los aluminosilicatos más corrientes encajan en la forma

$$R'Al_2O_4 \cdot nSiO_2, \text{ siendo } n=1, 2, 4, 6, 8, 10 \text{ y } 12;$$

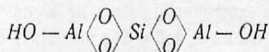
además, aparte del  $SiO_2$  pueden entrar, como «asociaciones adicionales», otros radicales aún, como



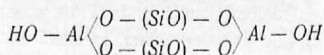


Todos los alumosilicatos se agrupan, a su vez, en dos tipos, a cada uno de los cuales, viene a corresponder un núcleo propio, que son: el núcleo de las Cloritas y el de las Micas, cuya respectiva constitución es la que sigue:

Núcleo clorítico



Núcleo micáceo

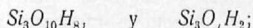
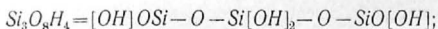


La diferencia estriba particularmente en la posición que ocupa el átomo de *Si*. Pertenecen a los silicatos de núcleo clorítico, aparte las propias Cloritas, la Melilita; a los que tienen núcleo micáceo los Feldespatos, en tanto que la Nefelina y el Granate representan productos adicionales. A los alumosilicatos corresponden, paralelamente también, los cromosilicatos, ferrosilicatos, etcétera. La teoría de W. y D. Asch asigna al hidróxido de aluminio y al ácido silícico, aptitud para asociarse en seis o cinco moléculas cuando se separa el agua, las cuales a su vez se unen todas con el núcleo del silicato. Esta teoría tiene poco eco en las propiedades típicas de los silicatos. Recientemente ha aplicado J. Jakob la ley coordinatoria de Werner a los silicatos, y de acuerdo con ella construye un largo número de ácidos silícicos. Como quiera que hoy por hoy falte una comprobación experimental de tales puntos de vista—y los procedimientos naturales de descomposición de que von Jakob arranca deben o pueden conducir a interpretaciones

muy distintas—, esta teoría carece de aplicación práctica. El propio Werner jamás ha hecho la investigación acerca de los silicatos desde el punto de vista de su ley de coordinación, puesto que solamente a la vista de los resultados de trabajos experimentales, no hechos aún, podría intentarse aquel estudio. De igual modo que el aluminio, presenta el boro propiedades notables, por lo que los borosilicatos constituyen un grupo propio, el cual, empero, no está claramente destacado para que ocupe en el sistema un lugar independiente. Finalmente debemos citar que algunos investigadores (Simmons, Pukall, Gerber) aceptan una unión directa del silicio con el silicio en bastantes silicatos, la cual, sin embargo, a la vista de las propiedades del hidrógeno del ácido hidrosilícico y de los silicatos es muy inverosímil.

En el caso más sencillo, la estructura de los silicatos se admite como análoga a la de las sales de otros ácidos, teniendo en cuenta la tetravalencia del silicio y los datos analíticos. Gran número de silicatos encajan sin dificultad en el concepto de ortosilicatos  $Si[OR]_4$ , o en el de metasilicatos  $SiO[OR]_2$ , ya ácidos, ya neutros, o incluso básicos; estos últimos contienen con frecuencia el grupo  $-AlO$ , el  $-Al[OH]_2$ , el  $\equiv Al_2O$ , o aún el  $=Al[OH]$ . Constituyendo todos estos aluminosilicatos una variante de los silicatos propiamente dichos, podría admitírselos ya, igualmente, asociados a los otros silicatos, y lo mismo decimos por lo que toca a los borosilicatos. Haciendo hincapié en los porcentajes para cuerpos de igual estructura, se puede invocar la isomería; así, en tanto que la andalucita se considera como un ortosilicato básico  $SiO_4Al(AlO)$ , la distena sería un metasilicato básico  $SiO_3[AlO]_2$ . Siendo distinta, al pare-

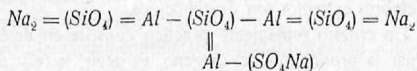
cer, en vista de estas fórmulas, la constitución química de estos minerales, no hay seguridad absoluta acerca de tal diferencia, y por esto mismo no daremos en el texto otras fórmulas que las empíricas. No dejaremos de reconocer, exactamente lo mismo que en todas las demás sales, que en los silicatos la adopción de la fórmula más sencilla es lo más verosímil, por responder a lo más estable. A pesar de que la mayoría de los silicatos deben identificarse con sales de los ácidos orto y metasilícico, hay todavía otros muchos para los cuales convienen otros ácidos, procedentes de varias moléculas de aquéllos, con pérdida de agua; por ejemplo, el ácido diortosilícico,  $[OH]_2Si - O - Si[OH]_2$  y el ácido dimetasilícico,  $[OH]OSi - O - SiO[OH]$ , y además un cierto número de polisilicatos. Ejemplos del ácido trisilícico, son:



el primero existe en la ortosa; el segundo en la melionofana, y el tercero en la litidionita. Se conocen también sales de los ácidos tetrasilícicos  $Si_4O_{11}H_6$  y  $Si_4O_9H_2$ , y aún ácidos más elevados, hasta  $Si_{24}O_{55}H_{20}$  (deloren-cita); omitimos sus fórmulas posibles estructurales porque no se conocen bien las propiedades de los minerales que parecen realizarlas.

Todavía muchos silicatos tienen la propiedad de constituir asociaciones o mezclas con otros cuerpos de análoga estructura química y a veces también cristalo-gráfica, sin que aparezca clara la interpretación de tal

hecho; otros, como ya se dijo, encierran agua o sales acuosas en solución sólida. Análogamente, las familias de los piroxenos y los anfíboles son referibles a mezclas heterogéneas en que a veces se necesitaría conocer los términos extremos de las correspondientes modificaciones. Quizá también los términos finales de los grupos de la nefelina y la sodalita sean soluciones sólidas, o deban acaso considerarse como compuestos formados por ligadura atómica; por ejemplo, la noseana:



Según Gofsner, es sin embargo más probable que estas sales dobles y gran número de otros silicatos (que generalmente sólo son permanentes en estado cristalizado y que a su paso al estado líquido o en disolución se descomponen en seguida en sus componentes), sean semejantes a la cainita. Por eso no se puede establecer para ellos una fórmula de estructura.

Finalmente, existen silicatos que no sólo contienen el ácido silícico fundamental, sino también ácidos procedentes de metaloides pentatómicos, como el niobio y el tántalo. Representan, sin duda, sales de ácidos originadas por la unión de estos metaloides tetra y pentavalentes, correspondientes a los Heteropoliácidos, muy numerosos. La constitución de estos ácidos está hoy aclarada en virtud de los trabajos de Werner, Miolati, Rosenheim y Prandtl; pero para los minerales, sólo fórmulas empíricas cabe adoptar. Como consecuencia de la sustitución sucesiva del átomo de oxígeno en el radical

ácido primitivo mediante los otros distintos radicales, aparecen numerosos cuerpos, los cuales se diferencian, ciertamente, por la proporción en que entran ambos radicales, no obstante lo cual son muy parecidos desde los puntos de vista químico y físico; así, por ejemplo, se interpreta la serie de la euxenita-policrasa, cuyos miembros no son distinguibles entre sí, cristalográficamente hablando, y en cambio la proporción  $R^{IV}O_2 : R^V_2O_5$  es igual a  $1 : n$ , siendo  $n$  un número bien determinado. En otros casos se trata de mezclas isomorfas cuyos miembros extremos son desconocidos.

Un criterio sumamente práctico consiste en determinar la proporción del oxígeno, es decir, la relación existente entre el oxígeno global de los óxidos básicos y el de todos los óxidos ácidos. Por ejemplo: el olivino viene así a quedar descompuesto en  $SiO_2 + 2 MgO$ , resultando, pues, la relación  $SiO_2 : Mg_2O_2$ , es decir,  $1 : 1$ . De esta manera queda obviado todo cuanto atañe al contenido acuoso. El porcentaje de oxígeno no constituye, realmente, dato científico alguno; si bien su estimación ayuda con eficacia cuando se trata de establecer alguna seriación en los grupos. En general, se ordenan atendiendo a la riqueza ascendente de la acidez; de esta regla se apartan las mezclas isomorfas de términos desiguales (por ejemplo, albita-anortita) y algunos grupos, en que el parentesco de aquéllos es más evidente (micas-cloritas); de ahí que, pese a los defectuosos conocimientos que poseemos en orden a la constitución química de muchos silicatos, bien merece esta clase el calificativo de «grupo natural», mejor que ninguna de las restantes.

Atendiendo a caracteres químicos de orden general,

dividiremos los silicatos en los siguientes grandes grupos:

A. Constituyendo el comienzo, el de los *Silicatos básicos*, cuya acidez es mayor que 1 : 1, y ordenado según la acidez ascendente. En su mayoría se reparten entre orto y metasilicatos; un cierto número de especies que tienen estrecha afinidad con minerales pertenecientes a otros grupos, se estudian más adelante globalmente (por ejemplo, la clorita, la serpentina, el caolín, etc.).

B. El segundo grupo se compone de los *Ortosilicatos anhidros*; empieza por las sales normales, siguen las micas, que pueden considerarse como ortosilicatos ácidos, y por fin el sinnúmero de minerales que con ellas guardan parentesco tan patente, como en el caso de las micas frágiles (clintonitas), cloritas, grupo del caolín, y del talco.

C. El tercer grupo lo forman los *Silicatos intermedios*, cuya acidez oscila entre la de los orto y los metasilicatos; se subdividen en un corto número de grupos, cuyo acoplamiento no aparece todavía bien definido.

D. Sigüese con los *Metasilicatos normales*, para muchos de los cuales la constitución química dista mucho de estar claramente determinada (por ejemplo, para los piroxenos y los anfíboles), y por esto hemos de contentarnos a veces con saber sus fórmulas empíricas.

E. Con la denominación de *Polisilicatos* se comprenden las sales anhidras que poseen más de un átomo de *Si* en el radical ácido, a la vez que no pertenecen a los silicatos intermedios; el número de los átomos de *Si* en el radical ácido fluctúa entre 2 y 24.

F. Con aquellos silicatos en los cuales solamente es aceptable la fórmula empírica se forma este otro grupo, llamado de los *Heteropolisilicatos*, etc.

G. El nombre de *Ceolitas* indica un grupo de silicatos con caracteres de conjunto muy típicos, pues todos ellos contienen agua; sin embargo, algunos no están bastante conocidos aún, por lo que su inclusión aquí puede ser a veces discutible. La seriación de las ceolitas se verifica según la acidez ascendente, como en los anteriores silicatos.

H. Reunimos aquí un corto número de *Mezclas cristalinas, hidratadas, de silicatos con carbonatos, sulfatos y uranatos*, algunas de las cuales ofrecen duda.

I. Finalmente, incluimos en este grupo los *Silicatos amorfos*, los cuales no deben considerarse si no con reserva, como cristaloides; son pocos y sin importancia.

CLASE X.—A esta última clase corresponden los productos de naturaleza orgánica, y encierra además de algunos cuerpos cuya constitución es conocida (División A), carburos y óxidos de constitución desconocida, o mezclas de ellos (División B).

En un apéndice final están enumerados por orden alfabético aquellos minerales que no es posible intercalar en el sistema, ya porque sus caracteres de conjunto son incompletamente conocidos, ya porque representan mezclas de sustancias también desconocidas en su mayoría.

---

## CLASE I

### Elementos.

#### (Metálidos, Carbidos, Fósidos y Nítridos.)

##### 1. Grupo del Carbono.

Diamante	C	Cúbico-Exaquisoctaédrico
Grafito		Ditrigonal-escalenoédrico

$$39^{\circ} 45' \quad (a : c = 1 : 4,569)$$

*Observaciones.* **Grafitito**, **Grafitoide** y el llamado **Carbono amorfo** son idénticos al Grafito. La **Cliftonita** es, probablemente, una pseudomorfosis del Diamante. La **Moissanita** es el Carborundum natural que se encuentra en los meteoritos (Si C).

##### 2. Grupo del Tántalo.

**Tántalo**            Ta            Cúbico.

*Observ.* El Tántalo natural contiene aproximadamente 1,5 % de Niobio, en mezcla isomorfa. Parece haberse observado el **Fósforo** en un meteorito.

##### 3. Grupo del Azufre.

**Azufre** (Azufre- $\alpha$ )    S            Rómbico-diesfenoidal

$$a : b : c \\ 0,8108 : 1 : 1,9005$$

*Observ.* El **Azufre monoclinico**  $\beta$  se presenta frecuentemente en los volcanes, pero al poco tiempo vira al azufre  $\alpha$ . El **Azufre de Muthmann** ( $\gamma$ ) parece haber sido observado una vez. La **Sulfurita**



es azufre amorfo (?), el **Azufre seleniado** parece ser una mezcla isomorfa de Azufre con Selenio, que en algún caso ha ido acompañada de una corta cantidad de Teluro. El **Selenio** se ha observado además presentándose verosimilmente según la segunda modificación de los metaloides (monoclínico-prismática).

**Teluro** Te Ditrigonal-escalenoédrico

$$86^{\circ} 47' \text{ (a : c = 1 : 1,3298)}$$

*Observ.* En algunas ocasiones aparece el Teluro mezclado con el Selenio, constituyendo el **Selenioteluro**, en cuya aleación entra el Teluro hasta en un 30%.

#### 4. Grupo del Arsénico.

**Arsénico** As Ditrigonal-escalenoédrico

$$85^{\circ} 38' \text{ (a : c = 1 : 1,4025)}$$

**Antimonio** Sb Ditrigonal-escalenoédrico

$$86^{\circ} 58' \text{ (a : c = 1 : 1,3236)}$$

**Bismuto** Bi Ditrigonal-escalenoédrico

$$87^{\circ} 34' \text{ (a : c = 1 : 1,3035)}$$

*Observ.* La **Alemonita (Arsenantimonio)** es una mezcla isomorfa de Arsénico y Antimonio; la **Arsenosulfurita** lo es de Arsénico y Azufre. La **Arsenolamprita (Arsenglanz, Hipotifita)** es, al parecer, una modificación del Arsénico con simetría inferior.

#### 5. Grupo (Metales pesados tetravalentes).

**Cinc** Zn Dimorfo  $\left\{ \begin{array}{l} \alpha\text{-(gris)} \text{ Cinc Cúbico} \\ \beta\text{-(blanco)} \text{ » Tetragonal} \end{array} \right.$

*Observ.* Se desconoce a cuál forma cristalina corresponde el Cinc natural.

**Plomo** Pb Cúbico-exaquisoctaédrico.

*Observ.* No está esclarecido aún el origen del Cinc.

## 6. Grupo del Hierro.

<b>Hierro</b>	Fe	Cúbico-exaquisoctaédrico
---------------	----	--------------------------

<b>Ferroníquel</b>	(Ni, Fe)	»	»
--------------------	----------	---	---

(Awaruita, Souesita, Josefinita, Oktibbehita)			
---	--	--	--

*Observ.* En el Hierro están muchas veces en mezcla isomorfa el Níquel y el Cobalto. El Hierro Meteorico se compone de **Kamacita**, **Tenita** y **Plessita**, las cuales tienen algunos indicios de Níquel. En muchos meteoritos aparecen también Carbidos de Hierro, como la **Cohenita**,  $\text{Fe}_3\text{C}$ , que es idéntica a la **Cementita** del acero, y la **Chalipita**,  $\text{Fe}_2\text{C}$ . Abunda también en los Meteoritos el único Fósforo natural que se conoce, la **Schreibersita** o **Rhabdita**  $(\text{Fe, Ni})_3\text{P}$ , tetragonal. Se conoce un Nitrido natural (telúrico), el único observado hasta hoy, la **Silvestrita** (**Siderázoe**): probablemente responde a la fórmula  $\text{Fe}_3\text{N}_2$ .

## 7. Grupo de los metales del Platino.

En este grupo isodimorfo, solamente el Paladio se presenta naturalmente según las dos formas; los restantes miembros lo hacen sólo en una o en mezclas isomorfas.

## a) Serie Cúbica.

<b>Paladio</b>	Pd	Cúbico-exaquisoctaédrico
----------------	----	--------------------------

<b>Iridio</b>	Ir	»	»
---------------	----	---	---

<b>Platino</b>	Pt	»	»
----------------	----	---	---

*Observ.* Los anteriores metales jamás se presentan puros; al contrario, siempre en mezclas isomorfas. Una de ellas es el **Platiniridio** (Pt, Ir, Rh). A veces el Hierro acompaña al Platino, especialmente en el **Ferroplatino**.

## b) Serie Trigonal.

<b>Paladio</b>	Pd	Trigonal-escalenoédrico
----------------	----	-------------------------

(Alopaladio)		
--------------	--	--

<b>Osmiridina</b>	(Os, Ir)	»	»
-------------------	----------	---	---

(Newjanskita)			
---------------	--	--	--

<b>Iridosmina</b>	(Ir, Os)	»	»
-------------------	----------	---	---

(Sysserskita)			
---------------	--	--	--

*Observ.* Asimismo estos minerales contienen generalmente los metales procedentes de la mena del Platino en mezclas isomorfas; la **Osmita** es una mezcla de los mismos, con un 80% de Osmio.

8. Grupo (metales pesados monovalentes).

<b>Cobre</b>	Cu	Cúbico-exaquisoctaédrico
<b>Plata</b>	Ag	»
<b>Oro</b>	Au	»

*Observ.* El Oro natural contiene a menudo algo de Plata, especialmente en el llamado **Electrum** u **Oro argental**, además de Cobre. La **Rhodita** y la **Porpezita** son mezclas de oro con Rhodio y con Paladio.

9. Grupo del Mercurio.

<b>Mercurio</b>	Hg	Cúbico
-----------------	----	--------

*Observ.* Las **Amalgamas** cúbicas son **Metálidos**, asociaciones de Mercurio y Plata en varias proporciones. A ellas pertenecen la **Arquerita** y la **Kongsbergita**.

## CLASE II

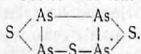
### Súlfidos y Sulfosales.

#### A. Súlfidos de los metaloides.

##### 1. Grupo de los Subsúlfidos.

**Dimorfita**  $\text{As}_4\text{S}_3$  Rómbico (dimorfo)  $\begin{matrix} a : b : c \\ \{ 0,895 : 1 : 0,776 \\ 0,907 : 1 : 0,603 \end{matrix}$

*Observ.* La constitución de este mineral es desconocida, quizá



##### 2. Grupo de los Monosulfuros.

**Rejalgar**  $\text{AsS}$  Monoclínico-prismático

$\begin{matrix} a : b : c \\ 1,4403 : 1 : 0,9729 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \beta \\ 113^\circ 55' \end{matrix}$

*Observ.* La fórmula anterior debe duplicarse teniendo en cuenta la constitución  $\text{S}=\text{As}-\text{As}=\text{S}$ .

##### 3. Grupo de los Sesquisúlfidos.

En él son isomorfas la Antimonita y la Bismutita, y quizá también la Guanajuatita. Paralelamente al Oropimente existe, al parecer, la modificación roja de  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . No se conoce la modificación metálica de  $\text{As}_2\text{S}_3$ .

**Oropimente**  $\text{As}_2\text{S}_3$  Monoclínico-prismático

$\begin{matrix} a : b : c \\ 0,5962 : 1 : 0,6650 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \beta \\ 90^\circ 41' \end{matrix}$

*Observ.* Parece existir un hidrato, el **Arsenoazufre**,  $\text{As}_2\text{S}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , que cristaliza en el sistema tetragonal.

**Antimonita**  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  Rómbico-bipiramidal

$a : b : c$   
0,9926 : 1 : 1,0179

**Bismutita**  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  Rómbico-bipiramidal

0,9676 : 1 : 0,9850

**Guanajuatita**  $\text{Bi}_2(\text{Se}, \text{S})_3$ ? Rómbico-bipiramidal  
(Frenzelita)

*Observ.* La **Metastibnita** es probablemente una modificación coloidal de  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . La **Sialonita** es una mezcla de Guanajuatita y Bismuto; la **Bolivita** lo es de Bismutita y Ocre de Bismuto. No parece ser cierta la existencia del **Telurobismuto brillante** (**Tellurwistglanz**), de fórmula  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ; el mineral descrito por Berzelius sería acaso una Bismutita rica en Teluro. Hé aquí, ahora, los siguientes minerales trigonales que pueden considerarse como soluciones sólidas de las sales dobles  $\text{Bi}_4\text{S}_5\text{Te}_3$  con  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  y Bi, y cuyas fórmulas representan un promedio: La **Tetradimita** (**Bismutotelururo-azufre**, **Telurobismuto brillante** en parte:  $\alpha = 79^\circ 22'$ ,  $a : c = 1 : 1,5871$ ),  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ ; **Joseíta**,  $\text{Bi}_3\text{STe}$ ; **Grülinigita**,  $\text{Bi}_4\text{S}_5\text{Te}$ ; **Oruetita**,  $\text{Bi}_5\text{S}_4\text{Te}$ . Se han descrito con el nombre de **Wehrlita** dos sustancias cuyas fórmulas fluctúan entre  $\text{Bi}_5\text{Te}_2$  y  $\text{Bi}_7\text{AgTe}$ .

#### 5. Grupo de los Disulfidos.

**Moibdenita**  $\text{MoS}_2$  Exagonal  $a : c$   
1 : 1,9077

*Observ.* La **Jordisita** parece ser un  $\text{MoS}_2$  coloidal. La **Tungstenita** sería un  $\text{WOS}_2$  generalmente amorfo.

#### 4. Grupo de los Pentasulfidos.

**Patronita**  $\text{V}_2\text{S}_5$  Amorfa.

*Observ.* En este mineral puede existir, absorbido, un exceso de azufre hasta la proporción  $\text{V}_2\text{S}_6$ .

## B. Sulfidos de los Metales.

### 1. Grupo de los sulfidos del Cinc.

El miembro más importante de este grupo es el sulfido de cinc dimorfo. A la modificación cúbica de éste, la Blenda o Esfalerita, corresponde la Alabandina, la cual, empero, a causa de su crucero alternante, quizá no pueda considerarse como isomorfa en el estricto sentido de la palabra; las otras modificaciones, correspondientes con la Blenda e isomorfas con ella, de  $MnS$ ,  $FeS$  y  $CdS$  no se conocen todavía. Por el contrario, la Wurtzita y la Greenockita son, sin duda, isomorfas.

#### a) Serie cúbica.

Blenda	$ZnS$	Cúbica-exaquistetraédrica
(Esfalerita)		
Alabandina	$MnS$	» »

*Observ.* La **Oldhamita** es el  $CaS$  cúbico, sólo observado en los meteoritos.

#### b) Serie exagonal.

Wurtzita	$ZnS$	Diexagonal-piramidal	$a:c$ 1:1,6350
(Spiauterita)			
Greenockita	$CdS$	» »	1:1,6218

*Observ.* Tanto la Wurtzita como la Blenda contienen  $FeS$  en mezcla isomorfa; de si se trata de una Pirrotita o de una modificación desconocida, nada se sabe. La **Schalenblenda** es en parte Wurtzita, en parte una mezcla de ésta con la Blenda. La **Eritrocincita** no es más que una Wurtzita rica en manganeso. La mayoría de las Greenockitas son, al parecer, amorfas; en este caso se conocen con el nombre de **Xantocroita**. La **Kaneita** es un  $MnAs$ . La **Jaipurita** es el  $CoS$ , imperfectamente conocido.

## 2. Grupo.

En él están reunidos los sulfidos, etc., de hierro y níquel, casi todos los cuales son trigonales o exagonales, mas no isomorfos; por otra parte, no se conocen aún del todo las características de los minerales, en su mayoría imperfectamente cristalizados. Solamente es cúbica con seguridad la Pentlandita, ya como una mezcla isomorfa de las modificaciones libres y desconocidas de NiS y FeS, ya como una sal doble NiS.FeS.

## a) Serie cúbica.

**Pentlandita** (Ni, Fe)S Cúbica.

(Pirita de Hierro y Níquel, Folgerita)

*Observ.* La **Gunnarita** y la **Heazlewoodita** son, verosíblemente, idénticas a la Pentlandita. La **Troilita** sólo ha sido observada en los meteoritos; quizá sea un FeS cúbico. Se denomina **Hidrotroilita** el sulfido de hierro coloidal,  $\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

## b) Serie exagonal y trigonal.

**Pirrotina** FeS Exagonal  $\frac{a:c}{1:1,7402}$

(Pirita magnética, Magnetopirita)

*Observ.* En virtud de las propiedades termoeléctricas que presenta, quizá la Pirrotina sea sólo pseudo-exagonal, y más bien, seguramente rómbica. El azufre en exceso que a veces contiene está probablemente en ella en solución sólida. Es dudosa la existencia de un **Hierro arsenical** FeAs.

**Millerita** NiS Trigonal  $\frac{a}{116^\circ 35'} (a:c=1:0,3295)$

(Haarkisa)

*Observ.* Con esta forma cristalina se relaciona tal vez la **Beyrichita**; en este caso la Millerita representa una paramorfosis, de estructura desconocida, según la Beyrichita.

**Niquelina** NiAs Exagonal  $\frac{a:c}{1:0,8194}$

(Níquel arsenical, Nicolita,  
Pirita roja de níquel)

**Breithauptita** NiSb ,  $1:1,2940$

(Níquel antimonial)

*Observ.* La **Arita**, exagonal, es una mezcla de Niquelina y Breithauptita.

### 3. Grupo de los Sesquisulfidos.

Estos minerales, de fórmula  $R_2'''S_3$  son, en conjunto, mezclas mecánicas de mono y disulfidos, como la **Horbachita**, cuya composición es bastante fija  $(Fe, Ni)_2S_3$ ; la **Badenita**, muy próxima  $(Co, Ni, Fe)_2(As, Bi)_3$ , y la **Melonita**, probablemente  $Ni_2Te_3$ . Todas ellas son conocidas sólo en parte.

### 4. Grupo de los Bisulfidos de Hierro.

Este importante grupo isodimorfo se compone de las diversas combinaciones que el Mn, Fe, Co y Ni forman con dos átomos de S o As. Su constitución se había interpretado primeramente como formada por complicados grupos moleculares, pero hoy se considera bajo la fórmula  $FeS_2$  (en los bisulfidos de hierro) equivalente

a  $Fe \begin{smallmatrix} S \\ \llcorner \\ S \end{smallmatrix}$  o a  $Fe \begin{smallmatrix} S \\ | \\ S \end{smallmatrix}$ . La primera responde a un hierro

tetravalente, según A. Werner, teniendo en cuenta la cantidad que contiene el sulfido de hierro después de disuelto en la solución de sulfato de cobre (en la cual casi todo el hierro está diluido en forma ferrosa), así como a la rápida alteración que experimenta; la segunda fórmula, con hierro bivalente, necesita aún aclaraciones. Se conocen casos de sustitución del azufre por As y Sb bivalentes; así, la Arsenopirita tiene la siguiente constitución:

$Fe \begin{smallmatrix} S \\ | \\ As \end{smallmatrix}$ . (?)

Entre los minerales cúbicos debemos enumerar los que pertenecen a la clase diadisdodecaédrica, en los cuales la molécula contiene sólo dos átomos distintos, y



aquellos en que conteniendo la molécula tres átomos diferentes pertenecen a la clase tetraédrica-pentagono-dodecaédrica (tetartoedria), ya sin duda alguna, como la Ulmanita, ya con alguna verosimilitud. Entre los minerales rómbicos, la Arsenopirita se considera generalmente como una mezcla isomorfa de Marcasita y Lollingita, si bien hay motivos para pensar en una asociación de  $\text{FeAsS}$  con algo de  $\text{FeS}_2$  o de  $\text{FeAs}_2$  en solución sólida. Sin embargo, la Marcasita y la Lollingita sólo tienen aptitud para mezclarse en pequeñas masas, por lo cual es difícil considerarlas como isomorfas, así como, en menor grado aún, la Safflorita y la Rammelsbergita. El Glaucodot es una mezcla isomorfa de  $\text{FeAsS}$  con una modificación rómbica, no conocida, de  $\text{CoAsS}$ . La afinidad de la Lautita con este grupo está todavía en discusión.

a) *Serie cúbica.*

<b>Hauerita</b>	$\text{Mn S}_2$		Cúbica-diádisdodecaédrica.
(Pirita de manganeso)			
<b>Pirita</b>	$\text{Fe S}_2$	»	»
(Pirita de hierro, en parte pirita de azufre)			
<b>Cloantita</b>	$(\text{Ni}, \text{Co}) \text{As}_2$	»	»
(Pirita arsenical en parte)			
<b>Esmaltina</b>	$(\text{Co}, \text{Ni}) \text{As}_2$	»	»
(Cobalto arsenical)			
<b>Cobaltina</b>	$\text{Co As S}$	»	» (tetraédrico-pentagono-dodecaédrica?)
<b>Gersdorffita</b>	$\text{Ni As S}$	»	» (tetraédrico-pentagono-dodecaédrica?)
<b>Ulmanita</b>	$\text{Ni Sb S}$	»	» (tetraédrico-pentagono-dodecaédrica?)

*Observ.* **Blueita**, **Whartonita** y **Bravoita** son Piritas níquelíferas. **Melnikowita** es  $\text{FeS}_2$  coloidal. La **Arsenoferrita** es  $\text{FeAs}_2$  cúbica, aunque sólo se conoce como una pseudomorfosis. Además son cúbicas la **Pirita níquelocobaltífera**  $(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe})\text{S}_2$ , la **Williamita**  $(\text{Ni}, \text{Co})\text{SbS}$ , la **Korinita**  $\text{Ni}(\text{As}, \text{Sb})\text{S}$  y la **Kalilita**  $\text{Ni}(\text{Sb}, \text{Bi})\text{S}$ . La Cloantita y la Esmaltina contienen ordinariamente  $\text{FeAs}_2$  y  $\text{As}$ , como en las fórmulas precedentes, puesto que se conocen cristales bien conformados de mezclas mecánicas de  $\text{CoAs}_2$  con Arsénidos de  $\text{Co}$  y  $\text{Ni}$  de constitución distinta. La **Chatamita** es una Cloantita más rica en Hierro; la **Cheleutita** es una Esmaltina rica en arsénico asociada con Bismuto. Quizá pueda incluirse aquí también la **Villamaninita**  $(\text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})(\text{S}, \text{Se})_2$ .

b) *Serie rómbica.*

**Marcasita**  $\text{FeS}_2$  Rómbico-bipiramidal  
(Pirita de azufre en parte,  
pirita especular)

$$a : b : c \\ 0,7623 : 1 : 1,2167$$

**Arsenopirita**  $\text{FeAsS}$  Rómbico-bipiramidal  
(Pirita arsenical, Mispickel)

$$0,6773 : 1 : 1,1882$$

**Glaucodot**  $(\text{Fe}, \text{Co})\text{AsS}$  Rómbico-bipiramidal  
(Danalita, pirita de arsénico y cobalto)

$$0,6732 : 1 : 1,1871 \\ a \ 0,6942 : 1 : 1,1925$$

**Lollingita**  $\text{FeAs}_2$  Rómbico-bipiramidal

$$0,6689 : 1 : 1,2331$$

**Safflorita**  $(\text{Fe}, \text{Co})\text{As}_2$  Rómbico-bipiramidal  
(Spathiopirita)

$$0,5685 : 1 : 1,1180$$

**Rammelsbergita**  $(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})\text{As}_2$  Rómbico-bipiramidal  
(Pirita de níquel blanca)

$$0,537 : 1 : ?$$

**Lautita**  $\text{CuAsS}$  Rómbico-bipiramidal

$$0,6912 : 1 : 1,0452$$

*Observ.* La **Kyrosita**, la **Lonchidita** y **Metalonchidita** son Marcasita con indicios de arsénico. Las oscilaciones del valor del eje en el **Glaucodot** son debidas especialmente a las variaciones del contenido en cobalto; la segunda relación áxica corresponde al máximum de cobalto. La **Ferrocobaltita** (**Stahlkobalt**) encaja totalmente en el **Glaucodot**, así como la **Alloclasa**, que contiene algo de Bi en lugar de As. La **Lollingita** contiene a menudo indicios de azufre y, secundariamente, el compuesto  $\text{Fe}_2\text{As}_3$ ; como variedades ricas en azufre están la **Pazita** y la **Geierita**, en tanto que la **Glaucopirita** encierra algo de S, Co y Sb, quizá a veces como inclusiones. El **Hierro arsenical** y la **Leucopirita**, compuestos ricos en Arsénico, según indica la fórmula  $\text{FeAs}_2$ , son, seguramente, mezclas mecánicas. La **Wolfachita** es  $\text{Ni}(\text{As}, \text{S}, \text{Sb})_2$  con indicios de hierro; se han observado sus cristales rómbicos aunque no medibles.

### 5. Grupo de la Laurita.

Los siguientes minerales guardan evidentes analogías con el grupo de la Pirita, sin que, no obstante, puedan considerarse como isomorfos con ella.

**Laurita**  $\text{RuS}_2$  Cúbica (diadisdodecaédrica?)

**Sperryrita**  $\text{PtAs}_2$  > > >

### 6. Grupo.

Nada se conoce acerca de la constitución de los dos minerales que componen este grupo; tampoco hay certeza de sus propiedades.

**Skutterudita**  $\text{CoAs}_3$  Cúbica (diadisdodecaédrica?)  
(Pirita tesera)

*Observ.* Según Beutell y Lorenz la **Skutterudita** es una combinación de  $\text{CoAs}_3$  con arsénidos de cobalto y las pseudomorfosis cristalinas de  $\text{CoAs}_3$  en  $\text{CoAs}_2$ . La **Bismutoesmalina** es una **Skutterudita** con indicios de bismuto. La **Niqueleskutterudita** ( $\text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})\text{As}_3$  es conocida sólo en parte.

**Maucherita**  $\text{Ni}_4\text{As}_3$  Tetragonal  $\frac{a:c}{1:1,0780}$   
(Plakodina)

7. Grupo (Subarsénidos, etc., de los metales del grupo del cobre).

Los minerales de este grupo parecen ser, en parte, mezclas de constitución desconocida.

**Withneyita**  $\text{Cu}_9\text{As}$  Forma cristalina?

**Algodonita**  $\text{Cu}_6\text{As}$  »

*Observ.* La **Horsfordita**, imperfectamente conocida, dió por fórmulas entre  $\text{Cu}_6\text{Sb}$  y  $\text{Cu}_3\text{Sb}$ . La **Ledouxita** es  $\text{Cu}_4\text{As}$  con algo de Co y Ni.

**Domeykita**  $\text{Cu}_3\text{As}$  Diexagonal-bipiramidal  $\frac{a:c}{1:1,539}$   
(Cobre arsenical)

*Observ.* **Mohawkita** es una Domeykita con Ni y Co; la **Stibiodomeykita** lleva con el As algo de Sb. La **Condurrita** y la **Oriyelita** son probablemente mezclas de  $4\text{Fe}_2\text{As} + \text{Cu}_2\text{As}$  o  $(\text{Fe}, \text{Cu})_3\text{As}_2$ .

**Discrasita**  $\text{Ag}_3\text{Sb}$  Rómbico-bipiramidal  
(Plata antimonial)

$\frac{a:b:c}{0,5775:1:0,6718}$

*Observ.* En la Discrasita es probable que estén incluidos también otros antimónidos argénticos, especialmente  $\text{Ag}_3\text{Sb}$ . La **Animikita**, quizá  $\text{Ag}_3\text{Sb}$ , es una mezcla de un antimónido menos argéntifero, con la Plata misma. La **Arsenargentita**, la **Huntlita** y la **Macfarlanita** son minerales dudosos, con la fórmula aproximada  $\text{Ag}_3\text{As}$ . La **Chilenita** (Plata bismutal) es quizá  $\text{Ag}_{10}\text{Bi}$ . La **Maldonita** (Bismuturo) es  $\text{Au}_2\text{Bi}$ . La **Keweenawita** es  $\text{Cu}_2\text{As}$  con algo de níquel.

8. Grupo de los Galenitos.

**Galena**  $\text{PbS}$  Cúbico-exaquisoctaédrica

**Clausthalita**  $\text{PbSe}$  » »

**Altaita**  $\text{PbTe}$  » »

*Observ.* La Galena contiene algo de Argentita en mezcla mecánica. La **Steinmannita** es una Galena antimonífera. La **Quiro-**

guita, la Huascalita, la Fournetita y la Plumbomanganita son asociaciones de Galena con otros minerales.

9. Grupo (Sulfidos de los metales pesados monoatómicos).<sup>1</sup>

El cobre y la plata monoatómicos forman sulfidos isodimorfos. El  $\text{Cu}_2\text{S}$  se encuentra en la naturaleza solamente con facies rómbica, en tanto que la modificación cúbica existe en mezcla isomorfa con  $\text{Ag}_2\text{S}$  formando la Jalpaita. Por el contrario, es todavía dudosa la existencia aislada del  $\text{Ag}_2\text{S}$  rómbico, pero se halla en mezcla isomorfa con  $\text{Cu}_2\text{S}$  en la Stromeyerita. Respecto de los Selénidos y Telúridos solamente se tienen datos ciertos de sus modificaciones cúbicas, si bien su dimorfía puede aceptarse como verosímil.

a) Serie cúbica.

<b>Argentita</b>	$\text{Ag}_2\text{S}$	Cúbico-exaquisoctaédrica
<b>Naumannita</b> (Plata seleniada).	$\text{Ag}_2\text{Se}$	» »
<b>Hessita</b> (Plata telurada).	$\text{Ag}_2\text{Te}$	» »
<b>Petzita</b>	$(\text{Ag}, \text{Au})_2\text{Te}$	» »

*Observ.* La Hessita contiene algo de  $\text{Au}_2\text{Te}$  en mezcla isomorfa. También son cúbicos la Jalpaita  $(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S}$ , la Aguilarita  $\text{Ag}_2(\text{S}, \text{Se})$  y la Eukairita  $(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{Se}$ . La Plata negra es  $\text{Ag}_2\text{S}$  finamente dividido, y quizá en estado coloidal. El Selenoplata-plomo es una mezcla de Galena y Naumannita.

b) Serie rómbica.

<b>Calcosina</b>	$\text{Cu}_2\text{S}$	Rómbica-bipiramidal
	$a : b : c$	
	0,5822 : 1 : 0,9701	
<b>Stromeyerita</b>	$(\text{Cu}, \text{Ag})_2\text{S}$	Rómbica-bipiramidal
	0,5822 : 1 : 0,9668	

*Observ.* La **Harrisita** es Calcosina,<sup>9</sup> pseudomórfica de Galena. La modificación rómbica de  $\text{Ag}_2\text{S}$  debe de ser la **Acantita** ( $a:b:c = 0,6886:1:0,9945$ ), aunque quizá sólo se trate de Argentita alterada. La **Alisonita** y la **Plumbocuprita** son mezclas de Calcosina y Galena, lo mismo que la **Cuproplumbita** (**Kupferbleiglanz**). Sólo en parte conocidos son la **Berzelianita** (**Selenkupfer**)  $\text{Cu}_2\text{Se}$  con indicios de Ag y Tl; la **Crookesita**  $(\text{Cu}, \text{Tl}, \text{Ag})_2\text{Se}$ . La **Zorgita** (**Selenkupferblei**) es una mezcla de  $\text{Cu}_2\text{Se}$  y Galenita; la **Cacheutaíta** lo es de  $\text{Cu}_2\text{Se}$  con indicios de plata. Para admitir la existencia efectiva de una **Plata telurada**  $\text{Ag}_2\text{Te}$  rómbica, así como la del **Sulfuro de Talio**  $\text{Tl}_2\text{S}$ , se requieren nuevas investigaciones.

Los minerales que enumeramos a continuación, poco conocidos, son—como sus fórmulas, de ser ciertas, lo indican—asociaciones de selénidos y teluridos de metales mono y bivalentes: la **Umamgita**  $(\text{Cu}, \text{Ag})_3\text{Se}_2$ , que puede considerarse como  $(\text{Cu}, \text{Ag})_3\text{Se} + \text{CuSe}$ ; y la **Rickardita**, con la fórmula  $\text{Cu}_4\text{Te}_3 + 2 \text{CuTe}$ .

## 10. Grupo.

Contiene sulfidos que responden a la fórmula  $\text{R}''\text{S}$ , es decir, el sulfido de cobre exagonal y el sulfido de mercurio dimorfo, con cuya forma cúbica son isomorfos el selénido y el telurido de mercurio, mientras que no existe relación alguna entre el sulfido de mercurio y la Covellina.

### 1. Subdivisión del sulfido de cobre.

**Covellina**  $\text{CuS}$  Diexagonal-bipiramidal  $\overset{a:c}{1:3,972}$   
(Cobre afilado).

*Observ.* La **Cantonita** es Covellina pseudomórfica de Galena.

### 2. Subdivisión de los sulfidos de mercurio.

#### a) Serie cúbica.

<b>Metacínabrio</b>	$\text{HgS}$	Cúbico-exaquistetraédrico
<b>Tiemannita</b>	$\text{HgSe}$	> >
<b>Coloradoita</b>	$\text{HgTe}$	> >

*Observ.* La **Guadalcazarita** es un Metacinnabrio con indicios de Zn y Se; la **Leviglianita**, que en lugar de Se contiene Zn y Fe, es una mezcla. La **Onofrita**  $\text{Hg}(\text{S}, \text{Se})$  no está aún bien conocida. La **Lerbachita** y el Seleniuro de mercurio, cobre y plomo son por su parte mezclas de  $\text{HgSe}$  con  $\text{PbSe}$  y  $\text{Cu}_2\text{Se}$  y  $\text{PbS}$ .

b) *Serie trigonal.*

**Cinnabrio**  $\text{HgS}$  Trigonal-trapezoédrico  
 $92^\circ 30'$  ( $a : c = 1 : 1,453$ )

# 11. Grupo.

Abarca los Telúridos de oro y plata, cuya constitución está lejos aún de conocerse con certeza; la **Nagyagita** contiene además plomo, azufre y antimonio.

**Muthmannita**  $(\text{Au}, \text{Ag})\text{Te}$  Forma cristalina?

*Observ.* La **Empressita** es una **Muthmannita** sin oro.

**Krennerita** }  $(\text{Au}, \text{Ag})\text{Te}_2$  { Rómb.-bipiram.  
**Sylvanita** } { Monocl.-prismát.

$a : b : c$   
 $0,9389 : 1 : 0,5059$

$1,6339 : 1 : 1,1265$   $90^\circ 25'$

*Observ.* La **Goldschmidtita** es, probablemente, una **Sylvanita** pobre en plata.

**Calaverita**  $\text{AuTe}_2$  {  $a : b : c$   
 { a) Triclinico  $2,0013 : 1 : 1,1713$   
 { b) "  $2,0990 : 1 : 1,2231$   
 { c) Monoclinico  $1,9868 : 1 : 1,1634$

$83^\circ 58'$   $100^\circ 39'$   $96^\circ 19'$

$72^\circ 14'$   $104^\circ 48'$   $108^\circ 37'$

$100^\circ 51\frac{1}{2}'$

*Observ.* El hecho de haberse hallado índices sencillos así como maclas evidentes en la Calaverita, ha sido interpretado por Smith como respondiendo a los tres tipos fundamentales anteriores, que se sucederían al maclarse; sin embargo, esto necesita aún nuevos estudios. La **Stützita** (Blenda de teluroplata) pseudoexagonal, parece ser  $\text{Ag}_4\text{Te}$ . La **Kalgoorlita** y la **Coolgardita** son mezclas de teluridos de oro y plata con Coloradoita.

**Nagyagita**  $\text{Au}_2\text{Pb}_{10}\text{Sb}_2\text{Te}_6\text{S}_{15}$  Rómb.-bipiram.

a : b : c  
0,2810 : 1 : 0,2761

*Observ.* El **Teluro blanco**, el **Gelberz** y la **Mullerina** son telururos poco conocidos, de Ag y Au, que a veces contienen Pb y Sb.

### C. Sulfosales.

#### a) Sulfoferritos y Sulfosales afines.

Estos minerales están constituidos teniendo como núcleos los sulfácidos siguientes, en los cuales el Fe puede sustituirse por el Ni y el Co: 1. Ácido Normal =  $\text{Fe}(\text{SH})_3$ ; 2.  $\text{Fe}(\text{SH})_3 - 1 \text{H}_2\text{S} = \text{FeS} \cdot \text{SH}$ ; 3. Dos moléculas del ácido normal —  $1 \text{H}_2\text{S} = (\text{SH})_2\text{Fe} \cdot \text{S} \cdot \text{Fe}(\text{SH})_2$ .

#### 1. Grupo (Sales de metales monovalentes).

**Bornita**  $\text{FeS}_3\text{Cu}_3$  Cúbico-exaquisoctaédrico

*Observ.* El exceso muy frecuente de Cu y S es probablemente una solución sólida de  $\text{Cu}_2\text{S}$  en la Bornita, la cual llega a alcanzar como límite un 25 por 100 de  $\text{Cu}_2\text{S}$  (siendo entonces la fórmula  $\text{FeS}_4\text{Cu}_5$ ). La **Castillita** es una Bornita argentífera.

**Calcopirita**  $\text{FeS}_2\text{Cu}$  Tetrag.-escalenoédrica 1:0,9856

**Barnhardita**  $\text{Fe}_2\text{S}_5\text{Cu}_4$  Forma cristalina?



## 2. Grupo (Sales de metales mono y bivalentes).

<b>Cubanita</b>	} $\text{FeS}_3\text{FeCu}$	{	Cúbica-exaquisoctaédrica
<b>Chalmersita</b>			Rómb.-bipiram.
$a : b : c$			
0,5725 : 1 : 0,9637			

*Observ.* La fórmula anterior de la Cubanita está copiada de la original de Breithaupt, pues la primitiva,  $(\text{FeS}_2)_2\text{Cu}$ , corresponde a la Barracanita.

## 3. Grupo (Sales de metales bivalentes).

<b>Linneita</b> (Cobaltnickelkies)	$[(\text{Co}, \text{Ni})\text{S}_2]_2$	$(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe})$	Cúbica exaqui- soctaédrica
<b>Polidimita</b>	$[(\text{Ni}, \text{Co})\text{S}_2]_2$	$(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})$	Cúbica exaqui- soctaédrica
<b>Barracanita</b>	$(\text{FeS}_2)_2\text{Cu}$		Cúbica-exaquisoctaédrica
<b>Carollita</b> (Synchodimita)	$(\text{CoS}_2)_2\text{Cu}$		" "

*Observ.* La Lineita y la Polidimita contienen también hierro en lugar del Co y Ni. La Barracanita es conocida imperfectamente. La **Daubreelita**  $(\text{CoS}_2)_2\text{Fe}$  es probablemente cúbica; sólo se encuentra en los meteoritos. La **Saynita** es una mezcla de Polidimita y Bismutita. Este grupo de sulfosales está constituido de un modo bastante análogo al de las Espinelas.

La **Hauchecornita** tetragonal ( $a : c = 1 : 2,0522$ ), tiene por fórmula  $(\text{Ni}, \text{Co})_7(\text{S}, \text{Bi}, \text{Sb})_8$ , pero con poca seguridad. La **Calcopirrotina** es acaso una sal normal  $(\text{FeS}_2)_2(\text{Fe}, \text{Cu})_8$ , mal conocida.

## 4. Grupo (Grupo de las piritas argentíferas).

El mineral que lo constituye se considera como una sal doble  $\text{FeS}_2\text{Ag}, \text{FeS}$ .

$a : b : c$			
<b>Sternbergita</b>	$\text{Fe}_2\text{S}_3\text{Ag}$	Rómbico	0,5832 : 1 : 0,8391
(Pirita de plata en parte)			

*Observ.* Las restantes piritas argentíferas (**Argiropirita**, **Frie-seita**, **Argentopirita**) son, al parecer, mezclas o soluciones sóli-

das de Sternbergita con Pirrotita (rica en azufre), a la cual recuerdan además por su forma cristalina, pseudoexagonal; las relaciones áxicas oscilan poco alrededor de la que damos aquí.

## b) Sulfoarsenitos, antimonitos y bismutitos.

### 1. Grupo (Relación $As_2S_3 : R''S > 1 : 1$ ).

#### a) Serie $As_2S_3 : R''S = 3 : 1$ .

**Urbaita**  $As_2SbS_3Tl$  Rómb.-bipiram.  $0,5659 : 1 : 0,4836$   
 $a : b : c$

*Observ.* En la Urbaita uno de los tres átomos de As del ácido  $As_3S_3H$  está sustituido por Sb.

#### b) Serie $As_2S_3 : R''S = 2 : 1$ .

**Dognacskaita**  $Bi_4S_7Cu_2$  Forma cristalina?

Como minerales incompletamente conocidos desde los puntos de vista químico y cristalográfico, citaremos los que siguen: **Boliviana**, quizá  $Sb_{12}S_{10}Ag_2$ , la cual no está aún analizada en su totalidad. La **Livingstonita**, que quizá sea  $Sb_4S_7Hg$  ( $= 2 Sb_2S_3 \cdot HgS$ ) o  $Sb_6S_{10}Hg_2$  ( $= 3 Sb_2S_3 \cdot Hg_2S$ ). La **Chiviatita** es asignable a  $Bi_6S_{11}Pb_2$  ( $= 3 Bi_2S_5 \cdot 2 PbS$ ). La **Cuprobismutita** se aproxima a  $Bi_8S_{15}(Cu, Ag)_6$  ( $= 4 Bi_2S_3 \cdot 3 Cu_2S$ ). La **Rezbanyita** parece ser  $Bi_{10}S_{19}Pb_4$  ( $= 5 Bi_2S_3 \cdot 4 PbS$ ). La **Eichbergita** es, según el único análisis hecho, pero que deja lugar a dudas,  $Sb_9Bi_6S_{15}FeCu_2$ .

### 2. Grupo (Relación $As_2S_3 : R''S = 1 : 1$ ).

#### 1. Subdivisión: Sales de metales monovalentes.

Dos grupos cabe hacer: uno rómbico y otro monoclínico; los primeros son, a no dudarlo, isomorfos, en

tanto que las propiedades cristalográficas de los segundos no están bastante claras aún.

a) *Serie rómbica.*

**Wolfsbergita**  $\text{SbS}_2\text{Cu}$  Rómb.-bipiram.  
(Güejarita, Calcostibita)

$a : b : c$   
0,5312 : 1 : 0,6396

**Emplectita**  $\text{BiS}_2\text{Cu}$  Rómb.-bipiram.  
0,5430 : 1 : 0,6256

b) *Serie monoclinica.*

**Lorandita**  $\text{AsS}_2\text{Ti}$  Monocl.-prismát.  
 $a : b : c$   $\beta$   
0,8534 : 1 : 0,6650  $90^\circ 17'$

**Smithita**  $\text{AsS}_2\text{Ag}$  Monocl.-prismát.  
2,2206 : 1 : 1,9570  $101^\circ 12'$

**Miargirita**  $\text{SbS}_2\text{Ag}$  Monocl.-prismát.  
(Flipargirita)  
2,9945 : 1 : 2,9095  $98^\circ 37'$

*Observ.* La **Kenngottita** es una Miargirita con indicios de plomo (seguramente exige investigaciones). La **Plenargirita** es, cristalográficamente, semejante a la Miargirita, siendo su fórmula  $\text{BiS}_2\text{Ag}$ ; la misma fórmula debe tener, con pocas diferencias, la **Matildita** (Argenobismutita), mal conocida.

2. *Subdivisión: Sales de metales mono y bivalentes.*

**Hutchinsonita**  $[\text{AsS}_2]_4(\text{Ti}, \text{Ag})_2\text{Pb}$  Rómb.-bipiram.  
 $a : b : c$   
0,8172 : 1 : 0,7549

**Andorita**  $[\text{SbS}_2]_8\text{AgPb}$  Rómb.-bipiram.  
(Sundtita, Webnerita)  
0,6771 : 1 : 0,4458

*Observ.* La **Alaskaita** parece ser  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  (Pb, Ag, Cu); probablemente debe formularse así  $(\text{BiS}_2)_2$  (Ag, Cu) Pb.

### 3. Subdivisión: Sales de metales bivalentes.

#### a) Serie rómbica.

**Cinquenita**  $[\text{SbS}_2]_2\text{Pb}$  Rómb. bipiram.

$$\begin{array}{c} a : b : c \\ 0,5693 : 1 : 0,1495 \end{array}$$

*Observ.* No está dilucidada la existencia de una Cinquenita monoclinica isomorfa con la Escleroclasa.

#### b) Serie monoclinica.

**Escleroclasa**  $[\text{AsS}_2]_2\text{Pb}$  Monocl.-prismát.  
(Sartorita)

$$\begin{array}{c} a : b : c \\ 1,2755 : 1 : 1,1949 \end{array} \quad \begin{array}{c} \beta \\ 102^\circ 12' \end{array}$$

*Observ.* La **Berthierita** es  $[\text{SbS}_2]_2\text{Fe}$ , si bien la fórmula del mineral—del cual no se conocen cristales medibles—es insegura. Además, poco conocidos también, merecen mención la **Galenobismutita**  $(\text{BiS}_2)_2\text{Pb}$  y la **Weibullita**  $[\text{Bi}(\text{Se}, \text{S})_2]_2\text{Pb}$ , en la cual la relación S:Se parece ser constante. La **Platinita**, trigonal romboédrica ( $a = 90^\circ 2'$ ,  $a : c = 1 : 1,226$ ), es  $\text{Bi}_2\text{SSePb} = \text{Bi}_2\text{Se}_3 \cdot \text{PbS}$ ; esta fórmula, aunque presupone menor cantidad de Se (o S) que la real, es la más probable.

La **Histrixita** es un mineral rómbico, cuya fórmula parece ser  $(\text{Bi}, \text{Sb})_{18}\text{S}_{37}(\text{Cu}, \text{Fe})_{10}$ ; constituye, pues, un grupo particular con la relación  $\text{As}_2\text{S}_3 = \text{R}''\text{S} = 8 : 10$ . Bi: Sb próximamente como 7 : 2.

### 3. Grupo (Relación $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 4 : 5$ ).

**Livingita**  $\text{As}_8\text{S}_{17}\text{Pb}_6$  Monocl.

$$\begin{array}{c} a : b : c \\ ? \end{array} \quad \begin{array}{c} \beta \\ 90^\circ 17' \end{array}$$

**Plagionita**  $\text{Sb}_8\text{S}_{17}\text{Pb}_6$  Monocl. prismát.

$$1,1331 : 1 : 0,4228 \quad 107^\circ 10'$$

**Bismutoplacionita**  $\text{Bi}_8\text{S}_{17}\text{Pb}_6$  Forma cristalina?

*Observ.* Según Zambonini, la Plagionita, la Heteromorfitita y la Semseyita (véase la pág. 61), son términos entremezclados de una serie cuyos extremos son la Plagionita y la Semseyita.

4. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 3 : 4$ ).

**Baumhauerita**  $\text{As}_6\text{S}_{13}\text{Pb}_4$  Monocl.-prismát.  
 $a : b : c$   $\beta$   
 1,1368 : 1 : 0,9472  $97^\circ 17'$

5. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 2 : 3$ ).

**Rathita**  $\text{As}_4\text{S}_9\text{Pb}_3$  Rómb.-bipiram.  $0,4782 : 1 : 0,5112$   
 $a : b : c$

*Observ.* Quizá quepa hacer una variedad: la **Wilshireit** (Rathita a).

**Klaprothita**  $\text{Bi}_4\text{S}_9\text{Cu}_6$  Rómbica  $0,74 : 1 : 1$  ca.  
 $a : b : c$

*Observ.* La **Schizmerita**, mal conocida, es  $\text{Bi}_4\text{S}_9\text{Ag}_4\text{Pb}$ .

La **Fizelyita** es, según las observaciones inéditas de Themak y Krenner, una sal monoclínica de fórmula  $\text{Sb}_8\text{S}_{12}\text{Pb}_5\text{Ag}_2$ .

6. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 3 : 5$ ).

**Jamesonita**  $\text{Sb}_6\text{S}_{14}(\text{Pb}, \text{Fe})_5$  Rómbica (?)  $0,8195 : 1 : ?$   
 $a : b : c$

*Observ.* La relación  $\text{Pb} : \text{Fe}$  es como 4 : 1. La presencia circunstancial de la plata quizá pueda atribuirse a una mezcla mecánica. La **Warrenita** (**Domingita**) es una asociación de Jamesonita y Cinquenita. La **Heteromorfitita** es, según Spencer,  $\text{Sb}_8\text{S}_{19}\text{Pb}_7$  ( $= 4 \text{Sb}_2\text{S}_3 \cdot 7 \text{PbS}$ ), es decir, un verdadero grupo; según Zambonini constituye un término de la serie Plagionita-Semseyita, con composición oscilante. La **Owyheea** parece ser  $\text{Sb}_6\text{S}_{13}\text{Pb}_5\text{Ag}_2$ , rómbica (?), así como una Plumosita, en la cual la sexta parte del Pb está sustituida por Ag. La **Brongniardita** sería  $\text{Sb}_2\text{S}_5\text{PbA}_2$ , pero probablemente no se trata más que de una mezcla.

7. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 1 : 2$ ).

**Dufrenoyita**  $\text{As}_2\text{S}_5\text{Pb}_2$  Monocl.-prismát.  
 $a : b : c$   $\beta$   
 0,6510 : 1 : 0,6126  $90^\circ 34'$

**Plumosita**  $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{Pb}_2$  Rómbico (?)

*Observ.* Opinan Spencer y Loczka que la Plumosita es distinta de la Jamesonita y que, por tanto, debe tener la fórmula anterior.

**Cosalita**  $\text{BiS}_5\text{Pb}_2$  Rómbico-bipiram.

$$a : b : c \\ 0,9187 : 1 : 1,4601$$

*Observ.* La **Schapbachita**, de la cual no se conocen todavía buenos cristales, es  $\text{Bi}_2\text{S}_3\text{Ag}_3\text{Pb}$ .

8. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 4 : 9$ ).

**Semseyita**  $\text{Sb}_6\text{S}_{21}\text{Pb}_9$  Monocl.-prismát.

$$a : b : c \\ 1,1442 : 1 : 1,1051 \quad \beta = 108^\circ 56'$$

*Observ.* Según Zambonini la Semseyita es uno de los términos extremos de la serie Plagionita-Semseyita, y se aproxima a la fórmula  $\text{Sb}_4\text{S}_{11}\text{Pb}_5$ .

9. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 2 : 5$ ).

**Boulangerita**  $\text{Sb}_4\text{S}_{11}\text{Pb}_5$  Rómbico  $0,5527 : 1 : 0,7478$   
(Mullanita).

*Observ.* La **Epiboulangerita** es, con seguridad, una mezcla de Boulangerita y Galena.

**Diaphorita** }  $\text{Sb}_4\text{S}_{11}\text{Ag}_4\text{Pb}_1$  dimorf. { Rómb.-bipiram.  
**Freieslebenita** } { Monocl. prismát.  
(Plata estriada agria).

$$a : b : c \\ 0,4919 : 1 : 0,7345 \\ 0,5872 : 1 : 0,9278 \\ \beta = 92^\circ 14'$$

10. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 1 : 3$ ).

1. Subdivisión: Sales de metales monovalentes.

Las dos series que la forman son isodimorfás.

a) *Serie trigonal.*

<b>Proustita</b>	$\text{AsS}_3\text{Ag}_3$	Ditrig.-piram.
	$103^\circ 32'$	$(a : c = 1 : 0,8038)$
<b>Pirargirita</b>	$\text{SbS}_3\text{Ag}_3$	Ditrig.-piram.
	$104^\circ 0'$	$(a : c = 1 : 0,7892)$

*Observ.* Ambos minerales, que se conocen con el nombre de **Platas rojas**, clara y oscura respectivamente, se mezclan en pequeñas cantidades y constituyen notables asociaciones. La **Sanguinita** se distingue de la Proustita tanto por su aspecto como por la estriación.

b) *Serie monoclinica.*

<b>Xantoconita</b> (Rittingerita)	$\text{AsS}_3\text{Ag}_3$	Monocl.-prismát.
	$a : b : c$	$\beta$
	$1,9187 : 1 : 1,0152$	$91^\circ 13'$
<b>Pirostilpnita</b>	$\text{SbS}_3\text{Ag}_3$	Monocl.-prismát.
	$1,9465 : 1 : 1,0973$	$90^\circ 0' \text{ ca.}$
<b>Stilotipa</b>	$(\text{Sb}, \text{As}) \text{S}_3 (\text{Cu}, \text{Ag})_3$	Monocl.-prismát.
	$1,9202 : 1 : 1,0355$	$90^\circ \text{ ca.} \bullet$

*Observ.* Mezclados isomórficamente, suelen estar en la Stilotipa el Zn y el  $\text{Fe}''$ ; la **Falkenhaynita** es una Stilotipa con algo de  $\text{Fe}''$ . La **Wittichenita** es quizá  $\text{BiS}_2\text{Cu}_3$ , variando en su forma cristalina. La **Tapalpita** mal conocida, es quizá  $\text{Bi}(\text{S}, \text{Te})_3\text{Ag}_2$ .

2. *Subdivisión: Sales de metales mono y bivalentes.*a) *Serie  $\text{As}_2\text{S}_3 \cdot 2\text{R}'_2\text{S} \cdot \text{R}''\text{S}$ .*

<b>Samsonita</b>	$(\text{SbS}_3)_2\text{Ag}_5\text{Mn}''$	Monocl. (prismát?)
	$a : b : c$	$\beta$
	$1,2776 : 1 : 0,8180$	$92^\circ 46'$

b) *Serie  $\text{As}_2\text{S}_3 \cdot \text{R}'_2\text{S} \cdot 2\text{R}''\text{S}$  a  $\text{AsS}_3\text{R}''\text{R}'$ .*

Los dos primeros minerales de esta serie son indudablemente isomorfos. Quizá ocurra lo propio con la Aikinita.

<b>Seligmannita</b>	$\text{AsS}_3\text{Cu}'\text{Pb}$	Rómb.-bipiram.
	a : b : c	
	0,9233 : 1 : 0,8734	
<b>Bournonita</b>	$\text{SbS}_3\text{Cu}'\text{Pb}$	Rómb.-bipiram.
	0,9380 : 1 : 0,8734	
<b>Aikinita</b> (Patrinita)	$\text{BiS}_3\text{Cu}'\text{Pb}$	Rómb.-bipiram.
	0,9719 : 1 : ?	

*Observ.* La **Dürrfeldtita** debe pertenecer a este grupo, pero se carece de datos suficientes para decidir de su afinidad con él.

### 3. Subdivisión: Sales de metales bivalentes.

<b>Kobellita</b>	$[(\text{Sb}, \text{Bi})\text{S}_3]_2\text{Pb}_3$	Forma cristalina?
<b>Lillianita</b>	$(\text{BiS}_3)_2\text{Pb}_3$	Rómbico (?)
	a : b : c	
	0,8002 : 1 : 0,5433	

*Observ.* La **Plumbostibita** es quizá  $(\text{SbS}_3)_2\text{Pb}_3$ , y lo mismo la **Embrithita**, si bien su fórmula debe de ser  $\text{Sb}_6\text{S}_{19}\text{Pb}_{10}$ . La **Gütermannita**, poco conocida, es, probablemente,  $(\text{AsS}_3)_2\text{Pb}_3$ . La anterior fórmula de la Lillianita está tomada de la que Mauzelius da a los ejemplares procedentes de Gladhammer; para los de Zilijärvi da Borgström un contenido además de Se, Ag, Cu, Zn, Te y Sb.

La **Langenbachita** (triclínica?) parece ser  $\text{As}_4\text{S}_{13}(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{Pb}_6$  ( $= 2 \text{As}_2\text{S}_3 \cdot 7 \text{R}'\text{S}$ ), y por esto cabría hacer con ella otro grupo.

### 11. Grupo (de las Tetraedritas).

Las Tetraedritas constituirían, según las investigaciones de H. Rose, sales de la fórmula  $\text{As}_2\text{S}_7\text{R}'_8$  ( $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}'_2\text{S} = 1 : 4$ ); en cambio Kretschmer las considera como mez-



clas de las entidades  $\text{AsS}_3\text{R}'_3$  y  $\text{As}_2\text{S}_6\text{R}_6''$ , en virtud de los datos que proporcionan la mayoría de los análisis. Sin embargo, no se ha llegado hasta la fecha al total esclarecimiento de la fórmula de las Tetraedritas; lo cierto es que además de los monovalentes Cu y Ag existen en ellas, en proporciones variables, el Hg, el Fe y el Zn, pero no en mezcla isomorfa, como se ve en la fórmula inmediata. Puesto que muchos de los mejores análisis hacen que se las considere como ortosales  $\text{AsS}_3\text{R}'_3$  (recordando al grupo precedente), con arreglo a esta fórmula expresamos la composición de las Tetraedritas, no obstante lo cual constituyen por sí solas un grupo típico. Ninguno de los términos de la serie isomorfa hipotética de Kretschmer se presenta según la modificación cúbica.

<b>Tetraedrita</b> (Cobre gris)	$\left\{ \begin{array}{l} [\text{AsS}_3]_2 (\text{Cu}_2, \text{Fe}, \text{Zn})_3 \\ [\text{SbS}_3]_2 (\text{Cu}_2, \text{Ag}_2, \text{Fe}, \text{Zn})_3 \end{array} \right\}$	Cúbica- exaquista- traédrica
<b>Schwazita</b> (Cobre gris mercurial)	$[(\text{Sb}, \text{As})\text{S}_3]_2 (\text{Cu}_2, \text{Hg}, \text{Fe}, \text{Zn})_3$	Cúbica- exaquista- traédrica

*Observ.* El **Cobre gris arsenical (Tennantita)** carece de Ag y Hg, y a menudo también de Zn, por lo cual la relación  $\text{Cu}_2 : \text{Fe}$  oscila con más amplitud. Las más pobres en Fe se aproximan a la fórmula  $\text{AsS}_3\text{Cu}_3$ , y las muy ferríferas a  $(\text{AsS}_3)_2\text{Cu}_2\text{Fe}$ .

Pertenecen también al grupo de las Tetraedritas la **Julianita**, la **Binnita**, la **Annivita** y la **Sandberggita**. Los **cobres grises antimoniales oscuros** no contienen nada de Hg, y sí en cambio mucha Ag (**Cobre gris argental**, **Aphthonita**, **Polytenita**, **Freibergitá**); también pueden contener Ni, así como algo de  $\text{Co}''$  y  $\text{Bi}'''$ ; la relación  $\text{Sb} : \text{As}$  es muy variable. Los cobres grises mercuríferos son Tetraedritas antimoniales con hasta un 17 por 100 de Hg; éste quizá sea bivalente. La **Malinwskita** es una Tetraedrita

argento-plumbífera, pobre en cobre. La **Fournetita**, la **Rionita** y la **Clayita** son, al parecer, asociaciones de Tetraedritas con otros minerales (1).

**12. Grupo** (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}''\text{S} = 1 : 4$ ).

Los minerales siguientes constituyen, al parecer, diversas modificaciones.

**Jordanita**       $\text{As}_2\text{S}_3\text{Pb}_4$       Monocl.-prismát.  
                                   $a : b : c$   
                                  0,4945 : 1 : 0,2655       $90^\circ 33\frac{1}{2}'$

**Meneghinita**       $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{Pb}_4$       Rómb.-bipiram.  
                                  0,5289 : 1 : 0,3632

**13. Grupo** (Relación  $\text{AsS}_3 : \text{R}''\text{S} = 1 : 5$ ).

No obstante el mutuo parentesco de sus relaciones áxicas, no hay certeza acerca de si constituyen una isomorfia.

**Estefanita**       $\text{SbS}_4\text{Ag}_5$       Rómb.-bipiram.  
     (Psaturosá).  
                                   $a : b : c$   
                                  0,6291 : 1 : 0,6851

**Geocronita**       $\text{Sb}_2\text{S}_5\text{Pb}_5$       Rómb.-bipiram.  
     (Kilbrickenita).  
                                  0,6147 : 1 : 0,6796

*Observ.* En la Geocronita figura a menudo el antimonio sustituido parcialmente por el arsénico. La **Goldfieldita**, mal conocida, parece ser  $(\text{Sb}, \text{Bi}, \text{As})(\text{S}, \text{Te})_4\text{Cu}_5$ , o acaso un complejo de sulfidos, teluridos y sulfosales.

**14. Grupo** (Relación  $\text{As}_2\text{S}_5 : \text{R}''\text{S} = 1 : 6$ ).

El único mineral de este grupo debe considerarse,

(1) Las tetraedritas antimoniales suelen designarse en general con el nombre de **Fanabasas** (Nota del Trad.).

según Weinland, como  $\left[ \begin{smallmatrix} \text{Bi}''' \text{S}_5 \\ \text{Bi}''' \text{S}_4 \end{smallmatrix} \right] \text{Pb}_6$ , pudiendo llevar un tetra y un pentathioanión.

**Beegerita**  $\text{Bi}_2\text{S}_9\text{Pb}_6$  Cúbica.

*Observ.* La manera cómo las pequeñas cantidades de Ag que aparecen en este mineral están asociadas a la molécula, se desconoce. La **Richmondita**, imperfectamente conocida, puede ser  $\text{Sb}_2\text{S}_9(\text{Pb}, \text{Fe}, \text{Cu}_2)_6$  con indicios de Ag y Zn, pero no hay certeza de ello.

15. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}'_2\text{S} = 1 : 8$ ).

**Pearceíta**  $(\text{As}, \text{Sb})_2\text{S}_{11}(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}$  Monocl.-prismát.  
(Arsenopolibasita).

$a : b : c$   
1,7309 : 1 : 1,6199  $\beta$   
90° 9'

**Polibasita**  $(\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_{11}(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}$  Monocl.-prismát.

1,7309 : 1 : 1,5796 90°

*Observ.* Las pequeñas cantidades de Fe que contienen estos minerales isomorfos están tal vez en mezcla mecánica. Ambos presentan insignificantes diferencias.

16. Grupo (Relación  $\text{As}_2\text{S}_3 : \text{R}'_2\text{S} = 1 : 12$ ).

**Poliargirita**  $\text{Sb}_2\text{S}_{15}\text{Ag}_{24}$  Cúbica.

### c) Sulfoarseniatos, antimoniatos y vanadatos.

1. Grupo (Ortosulfoarseniatos  $\text{AsS} \cdot (\text{SR}')_3$ ).

**Sulvanita**  $\text{VS}_4\text{Cu}_3$  Rómbico ?

**Enargita**  $\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{AsS}_4\text{C}_3 \left\{ \begin{array}{l} \text{Rómb.-bipiram. } 0,8694 : 1 : 0,8308 \\ \text{Monocl. ?} \end{array} \right.$   $a : b : c$

**Famatinita**  $\text{SbS}_4\text{Cu}_2$  Monocl. ?

*Observ.* La **Clarita** es probablemente idéntica a la Enargita. La **Epiboulangerita**, que parece responder a la fórmula  $[\text{SbS}_4]_2\text{Pb}_2$ , es una asociación de Boulangerita y Galena. La **Epigenita** se aproxima a  $\text{As}_2\text{S}_{12}\text{Cu}_3\text{Fe}_3 (= \text{As}_2\text{S}_5 \cdot 7 \text{R}''\text{S})$ ; es rómbica. La **Regnolita** responde bastante a  $\text{As}_2\text{S}_{12}\text{Cu}_3\text{FeZn} (= \text{As}_2\text{S}_5 \cdot 7 \text{R}''\text{S})$ .

#### d) Sulfostannatos y germanatos.

##### 1. Grupo (Fórmula $\text{SnS}_4\text{R}'_4$ ).

**Stannina**  $\text{SnS}_4\text{Cu}_2\text{Fe}$  Ditetragonal-escalenoédr.  
(pseudocúb.)

a : c  
1 : 0,9827

*Observ.* La **Cuprocasiterita** es una estannina alterada, es decir, una asociación de óxidos e hidróxidos de estaño, cobre y hierro. La **Teallita** (rómbica, a : b : c = 0,93 : 1 : 1,31) es, según Prior,  $\text{SnS}_3\text{Pb}$ , aunque con poca seguridad.

##### 2. Grupo (Fórmula $\text{SnS}_6\text{R}'$ ).

**Argirodita**  $\text{GeS}_6\text{Ag}_3$  Cúbica.

**Canfieldita**  $(\text{Sn}, \text{Ge})\text{S}_6\text{Ag}_3$  »

*Observ.* La **Brongniartina** cristalizada parece idéntica a la Argirodita o a la Canfieldita.

#### e) Asociaciones de Sulfostannatos con Sulfantimonitos.

El primero de los minerales de este grupo puede considerarse como formado por la unión de un meta-sulfostannato con un ortosulfoantimonito:  $2 \text{SnS}_3\text{Pb}$

+  $[\text{SbS}_3]_2\text{Pb}_3$ . El segundo puede descomponerse en  $3\text{Sn}_2\text{S}_6\text{Pb} + [\text{SbS}_3]_2\text{Pb}_3$ , es decir, las sales plúmbicas de un ácido estannosulfuroso y de un ortosulfoantimonio. La Ultrabasita, finalmente, es una combinación de  $3\text{GeS}_4\text{Pb}_2$  con  $2(\text{SbS}_3)_2\text{Pb}_3$ , 16 PbS y 11  $\text{Ag}_2\text{S}$ , desconociéndose la estructura química de su molécula.

**Franckeíta**  $\text{Sn}_2\text{Sb}_2\text{S}_{12}\text{Pb}_5$  Forma cristalina ?

*Observ.* Según Prior, la Franckeíta quizá sea  $\text{Sn}_3\text{Sb}_2\text{S}_{14}\text{Pb}_3\text{Fe}$ .

**Cilindrita**  $\text{Sn}_6\text{Sb}_2\text{S}_{21}\text{Pb}_6$  Forma cristalina ?

*Observ.* Según el mismo mineralogista es posible que la Cilindrita sea  $\text{Sn}_4\text{Sb}_2\text{S}_{10}\text{Pb}_3\text{Fe}_2$ . Un mineral de notable homogeneidad, como la Plumbostannita, parece ser  $\text{Sn}_2\text{Sb}_2\text{S}_{11}\text{Pb}_2(\text{Fe}, \text{Zn})_2$ .

**Ultrabasita**  $\text{Ge}_8\text{Sb}_4\text{S}_{51}(\text{Pb}, \text{Fe})_{29}(\text{Ag}, \text{Cu})_{22}$  Rómb.

a : b : c

0,988 : 1 : 1,462

### CLASE III

## Compuestos oxidados -- de los elementos. --

### A. Óxidos.

#### 1. Grupo. (Óxidos de metaloides monovalentes.)

**Hielo** (Agua)  $\text{H}_2\text{O}$  Diexag.-piramidal  $\overset{a:c}{1:1,617}$

#### 2. Grupo. (Óxidos de metaloides de la serie 6.)

**Telurita**  $\text{TeO}_2$  Rómb.-bipiram.  $\overset{a:b:c}{0,4566:1:0,4693}$

*Observ.* La **Selenolita** parece ser el  $\text{SeO}_2$  natural.

**Molibdita** (en parte)  $\text{MoO}_3$  Rómbica  $\overset{a:b:c}{0,3872:1:0,4794}$   
(Ocre de Molibdeno)

**Tungstita** (en parte)  $\text{WO}_3$  »  $0,6966:1:0,4026$   
(Ocre de Tungsteno,

*Observ.* Con estos mismos nombres se conocen los hidratos; la **Meymacita** acaso sea el coloide correspondiente a la Molibdita. La **Lambertita** parece ser el  $\text{UO}_3$  natural.

#### 3. Grupo. (Sesquióxidos de metaloides.)

El  $\text{As}_2\text{O}_3$  y el  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  son con mucha probabilidad isodimorfos; las formas cúbicas de ambos son en realidad pseudocúbicas; las formas rómbicas del  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  son

seguramente pseudorrómbicas, probablemente monoclinicas, e isomorfas con las correspondientes modificaciones del  $\text{As}_2\text{O}_3$ .

a) *Serie cúbica.*

**Arsenolita**  $\text{As}_2\text{O}_3$  Cúbica (?)

**Senarmontita**  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  " (?)

b) *Serie monoclinica o pseudorrómbica.*

**Claudetita**  $\text{As}_2\text{O}_3$  Monoclin.-prismát.

$a : b : c$   $\beta$   
0,4040 : 1 : 0,3445  $93^\circ 57'$

**Valentinita**  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  Rómb.-bipiram.

0,3914 : 1 : 0,3365

*Observ.* La **Bismita (Ocre de Bismuto)**,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  no está aún bien conocido.

4. *Grupo.*

En él se reúnen los bióxidos de Si, Ti y Zr que no caben en el grupo del rutilo, acerca de los cuales escasean los datos cristalográficos. El  $\text{SiO}_2$  se presenta en múltiples modificaciones (Cuarzo, Tridmita, Cristobalita), las cuales no deben relacionarse con las del  $\text{TiO}_2$  (Brookita y Anatasa; el Rutilo pertenece al grupo que sigue), lo mismo que con el  $\text{ZrO}_2$  natural.

a) *Serie trigonal.*

**Cuarzo**  $\text{SiO}_2$  Trigonal-trapezoédrico

$\alpha$   
 $93^\circ 56\frac{1}{2}'$  ( $a : c = 1 : 1,0999$ ).

*Observ.* La **Cuarcina**, la **Calcedonia** y la **Lutecita** son Cuarzos de fina estructura, quizá una modificación triclinica del  $\text{SiO}_2$ , cuyas asociaciones regulares submicroscópicas constituyen el Cuar-

zo cristalizado. La **Carniola** es una Calcedonia teñida de óxido de hierro; el **Ferrosilicio** es parecido. **Crisoprasa** y **Plasma** son Calcedonias verdes; el **Heliotropo** tiene además pintas rojas; el **Prasio** es un cuarzo al cual dan tono verde las inclusiones de anfíbol. El **Jaspe** es una variedad de calcedonia parda o pardo-rojiza. El **Silex córneo** es un Cuarzo de estructura criptocristalina irregular. La **Lidita (Piedra de toque)** es un Cuarzo duro, de coloración oscura por las materias carbonosas que contiene. El **Onice** es una composición de Cuarzo y Calcedonia con varias inclusiones (con la Calcita en el **Calcitónice**). La **Venturina** es Cuarzo cristalino con laminillas de mica incluidas. El **Ojo de gato** contiene, en cambio, inclusiones de Asbesto.

El **Ópalo (Hialita)** es  $\text{SiO}_2$  coloidal con cantidades variables de agua. El **Silex**, la **Diatomita**, la **Tierra de infusorios**, el **Trípoli**, la **Randanita**, etc., están formados, al parecer, por anhídrido silícico terroso con agua. El **Flint (Ópalo de fuego)** es, en gran parte, anhídrido silícico amorfo. La **Bauerita** es el hidrato silícico procedente de la descomposición final de la Biotita. La **Menilita** es una variedad del Ópalo. La **Alumocalcita** es un Ópalo con Al y Ca. La **Forcherita** es un Ópalo con  $\text{As}_2\text{S}_3$  coloidal en absorción. La **Florita**, en cambio, contiene, absorbido, un fluoruro de silicio. La **Melanoflogita** y la **Sulfuricinita** son Ópalos alterados por ácido sulfuroso y substancia carbonosa en absorción. La **Cachalonga** es el primer producto que según F. Cornu y H. Leitmeier da la deshidratación del Ópalo: Ópalo-Kachalonga-Calcedonia-Cuarzo. La **Lechatelierita** es un vidrio natural del Cuarzo.

b) *Serie rómbica.*

**Tridimita**  $\text{SiO}_2$  Rómb.-bipiram.  $\overset{a:b:c}{0,5774:1:0,9544}$   
(Asmanita).

*Observ.* La **Lussatita** es una Tridimita asociada con la Cuarzina y el Ópalo.

**Brookita**  $\text{TiO}_2$  Rómb.-bipiram.  $\overset{a:b:c}{0,8416:1:0,9444}$   
(Arkansita).

c) *Serie tetragonal.*

**Cristobalita**  $\text{SiO}_2$  Tetragonal (seudocúbica)



**Anatasa**  $\text{TiO}_2$  Ditetragonal-bipiramidal  $\frac{a}{c} : 1,7771$   
(Octaedrita).

d) *Serie monoclinica.*

**Baddeleyita**  $\text{ZrO}_2$  Monocl.-prismát.  
(Brasilita).  
 $\frac{a}{b} : \frac{b}{c} : 0,9871 : 1 : 1,0228$   $\beta$   $98^\circ 45' \frac{1}{2}$

*Observ.* El **Oxido de Circonio** natural de la Sierra de Caldas no es idéntico a la Baddeleyita.

### 5. Grupo (Grupo del Rutilo.)

Los minerales que le integran forman una serie isomorfa. Toda vez que el circón y la thorita están constituidos por moléculas dobles, la mayoría de las fórmulas de aquéllos están duplicadas: por ejemplo,  $\text{TiTiO}_4$ . Pero careciendo de datos suficientes en apoyo de la existencia de esta molécula en el cristal, adoptamos la fórmula sencilla. Recientemente, la aplicación de los rayos X ha demostrado para el circón tratarse de una hemimorfia, si bien son necesarias aún nuevas investigaciones.

<b>Rutilo</b>	$\text{TiO}_2$	Ditetragonal-bipiram.	$\frac{a}{c} : 0,6439$
<b>Circón</b>	$\text{ZrSiO}_4$	" "	$1 : 0,6391$
<b>Thorita</b>	$\text{ThSiO}_4$	" "	$1 : 0,6402$
(Orangita).			
<b>Casiterita</b>	$\text{SnO}_2$	" "	$1 : 0,6726$
<b>Plattnerita</b>	$\text{PbO}_2$	" "	$1 : 0,6764$
<b>Polianita</b>	$\text{MnO}_2$	" "	$1 : 0,6647$

*Observ.* La **Edisonita**, la **Sagenita** y la **Nigrina** son Rutilos, el último de los cuales contiene indicios de hierro. La **Paredrita** es un Rutilo con un 0,6 por 100 de  $\text{H}_2\text{O}$ . La **Doelterita** es  $\text{TiO}_2$  coloidal. Con el nombre de **Malacon**, **Oerstedtita**, **Taquiafala**

tita y Cirtolita (Anderbergita) se conocen otros tantos Circones alterados y con agua. La **Auerbachita** contiene asociado bastante  $\text{SiO}_2$ ; la **Orvillita** le contiene en menor cantidad que el Circón, a causa de ser un producto de alteración. La Thorita, a menudo, contiene agua a causa de presentar generalmente indicios de alteración; puede llevar asimismo algo de Pb, Sn y Fe. La **Uranothorita** contiene hasta un 10 por 100 de urano, quizá en mezcla isomorfa, como  $\text{UrSiO}_4$ . Thoritas de composición poco definida son la **Auerlita** (que también lleva  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), la **Thorogummmita** (que se aproxima a  $2\text{ThSiO}_4 \cdot \text{UO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) y la **Mackintoshita**, análoga. Como productos amorfos de alteración de la Thorita, existen la **Calciothorita** (con indicios de  $\text{CaO}$ ), la **Eucrasita**, la **Freyalita** y quizá la **Pilbarita**; esta última contiene también Pb y Ur. La **Thorianita**, cúbica, parece ser una mezcla isomorfa de ambos óxidos— $\text{ThO}_2$  (hasta 79 por 100) y  $\text{UO}_2$ —quizá en cristales cúbicos, pudiendo además contener algo de Ce, La, Dd, Pb y Fe. La **Oliveiraita**, al parecer,  $3\text{ZrO}_2 \cdot 2\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , es seguramente un producto de alteración de alguno de los minerales anteriores. La **Stroncina** acaso sea un  $\text{SnO}_2$  amorfo.

El  $\text{MnO}_2$  coloidal da origen a numerosos minerales cuyas diferencias estriban en la cantidad de agua en exceso que está absorbida por aquél. Entre los que contienen menores cantidades de agua están la **Pirolusita** (Manganesa), que sólo contiene  $\text{H}_2\text{O}$ , y además la **Varvicita** y el **Wad** (Grorollita). La **Lepidofeita** tiene además sales manganosas y de cobre absorbidas; la **Litioforita** (Cacoclora) lleva consigo compuestos de Al, Fe, Co, Cu, Li, K y  $\text{SiO}_2$ ; la **Asbolana** (Tierra de cobalto negra) contiene mucha  $\text{H}_2\text{O}$ , y además Co, Fe y Cu. En la **Rabdionita** parece haberse hallado Fe,  $\text{Mn}''$ , Cu y Co, y en la **Lampadita** Cu y  $\text{Mn}''$ ; el **Cobre negro** y la **Peloconita** son compuestos hidratados de Fe, Cu y Mn. La **Hetarita** parece ser una asociación de  $\text{MnO}_2$  y ZnO. La **Bel-dongrita** contiene mucho  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , la **Romanechita** lleva especialmente Ba, y la **Ebelmenita** K. El **Ocre de Manganeso**, probablemente,  $\text{Mn}_3\text{O}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , se incluye también aquí, así como la **Crednerita** parece ser un compuesto cristalino de  $2\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CuO}$ . Finalmente, la **Psilomelana**, que lleva consigo, además de  $\text{MnO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , MnO, BaO, CaO, MgO, CoO, CuO,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y álcalis, así como la **Cesarolita**, que parece ser  $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{PbH}_2$ , y que además

contiene un producto de absorción de  $\text{MnO}_2$  con  $\text{H}_2\text{O}$  y asociaciones de Pb, Sb, As, Cu, Zn y Ca.

### 6. Grupo.

Los óxidos que le constituyen son, probablemente, términos de una serie isodimorfa.

#### a) Serie cúbica.

<b>Periclasa</b>	MgO	Cúbica-exaquisoctaédrica
<b>Óxido de Cadmio</b>	CdO	» »
<b>Manganosita</b>	MnO	» »
<b>Bunsenita</b>	NiO	» »

*Observ.* Existe también en la naturaleza el Óxido de Calcio,  $\text{CaO}$ .

#### b) Serie exagonal.

<b>Cincita</b>	ZnO	Diexagonal-piramidal	$\frac{a}{c} : 1,6077$
(Cinc rojo)			

*Observ.* Con la Cincita puede coexistir algo de  $\text{MnO}$  en mezcla isomorfa, si bien es desconocida la correspondiente forma libre del  $\text{MnO}$ .

### 7. Grupo. (Sesquióxidos.)

Los minerales de este grupo son isomorfos. La hematites contiene a menudo titano, ya solamente como mezcla isomorfa con el  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ , ya con la ilmenita,  $\text{Ti}^{\text{IV}}\text{O}_3\text{Fe}''$ , la cual, incluso desde el punto de vista de la simetría concuerda con la hematites; no existe una seguridad absoluta acerca de estas aserciones, toda vez que hasta ahora no se conoce con certeza el  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  natural.

<b>Corindon</b>	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Ditrigonal-escalenoédrico
	$85^\circ 43'$	$(a : c = 1 : 1,3652)$

**Hematites**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  Ditrigonal escalenoédrico  
(Oligisto, Especularita)

$85^\circ 42'$  ( $a : c = 1 : 1,3654$ )

*Observ.* El **Rubi**, el **Zafiro**, etc., son las variedades coloreadas del Corindon, piedras preciosas (1); el **Esmeril** es el mismo mineral en agregados granudos y mezclado con Magnetita en abundancia. El  $\text{Al}_2\text{O}_3$  coloidal, con cantidades variables de agua interpuesta, constituye la masa fundamental de la **Laterita** y la **Bauxita**; según Cornu, ésta se halla constituida especialmente por los coloides  $\alpha$ -**Kliachita** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) y  $\beta$ -**Kliachita** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ), de los cuales se derivan los hidróxidos cristalizados de aluminio y de hierro. Pauls considera la mayor parte de la Bauxita como un **Alumogele**. La Hematites cristalizada recibe los nombres de Oligisto, Especularita y Eisenrose; cuando constituye agregados de laminillas muy delgadas se llama **Hierro micáceo**, y **Roteisenerz**, **Ocre rojo**, etc., el óxido de hierro anhidro, oscuro y terroso. Aquí merecen ser consignados numerosos coloides, especialmente la **Limonita** (**Hierro pardo**), la cual al principio es cristalina, y puede encuadrarse en la fórmula  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{OH})_6$  o  $\text{FeO} \cdot \text{OH}$ ; a ella pertenecen la **Hidrohemitites**, la **Hidrogoethita**, la **Stilpnosiderita** (**Hierro piceo**), la **Turita** (**Turgita**), la **Crucilita** (**Crucita**), la **Esmeraldita**, la **Xantosiderita**, la **Ehrenwerthita** y la **Hematogelita**, de entre las cuales hay varias que deben de ser idénticas. Según Cornu, la **Glockerita** también sería un óxido de hierro coloidal con ácido sulfúrico absorbido.

**8. Grupo. (Óxidos de metales pesados monoatómicos.)**

**Cuprita**  $\text{Cu}_2\text{O}$  Cúbica-pentagonoicositetraédrica  
(Cobre rojo, Calcotriquita)

*Observ.* La **Ciguelina** es un compuesto de Cuprita y Limonita. El **Cobre piceo** contiene, además, indicios de  $\text{SiO}_2$  coloidal. La **Cuprocalcita** es probablemente un compuesto variable de Cuprita y Calcita; la **Hidrocuprita** parece ser un  $\text{Cu}_2\text{O}$  amorfo, con agua.

(1) Estas piedras llevan la denominación de **oriental** (excepto el Zafiro) de la piedra coloreada a que se parecen: **Rubi oriental**, **Amatista oriental**, **Topacio oriental**, **Esmeralda oriental**. (Nota del trad.)

## 9. Grupo.

Comprende los óxidos no cúbicos de los metales pesados bivalentes. No hay datos que permitan establecer relaciones fundamentadas entre los minerales que componen este grupo.

**Melaconita** CuO Triclin. (pseudomonocl.)  
(Tenorita. Cobre negro).

$$a:b:c \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

$$1,4902:1:1,3604 \quad 90^\circ \quad 90^\circ 32' \quad 90^\circ$$

*Observ.* La **Paramelaconita** parece ser una modificación tetragonal del CuO ( $a:c = 1:1,6534$ ).

**Montroydita** HgO Rómbico-piramidal  
 $a:b:c$   
 $0,6375:1:1,1977$

**Oxido de Plomo** PbO Rómbico-piramidal  
(Ocre de plomo, Masicot).  
 $0,6706:1:0,9764$

*Observ.* La modificación tetragonal del óxido de plomo se ha descrito con el nombre de **Litargita**.

## B. Hidróxidos.

## 1. Grupo (Hidróxidos de elementos trivalentes.)

Los elementos trivalentes boro, aluminio, manganeso y hierro pueden constituir, además de los minerales amorfos reseñados en el epígrafe A, otros compuestos, los hidróxidos cristalizados, que se distribuyen en dos series, la normal, que responde a la fórmula  $R'''(\text{OH})_3$ , y la pobre en agua, con la fórmula  $R''' \text{O.OH}$ .

a) Serie  $R'''(\text{OH})_3$ .

Los minerales siguientes guardan entre sí evidentes

concomitancias, deducidas de su aspecto y de su fratura; pero no son isomorfos.

**Sasolina**  
(ác. bórico).

$B(OH)_3$

Tricl.-pinac.

$a:b:c$   
1,7429 : 1 : 1,9228     $\alpha$  92° 30'     $\beta$  104° 25'     $\gamma$  89° 49'

*Observ.* La **Lagonita** es una Sasolina con limonita como impureza.

**Hidrargilita**  
(Gilbbsita).

$Al(OH)_3$

Monocl.-prismát.

1,7089 : 1 : 1,9184     $\beta$  94° 31'

b) Serie  $R'''O.OH$ .

No obstante las numerosas investigaciones es cuestión abierta todavía si los minerales siguientes son isomorfos.

**Diaspora**

$AlO.OH$

Rómbico-bipiram.

$a:b:c$   
0,9372 : 1 : 0,6039

**Manganita**  
(Neukirchita).

$MnO.OH$

Rómbico-bipiram.

0,8441 : 1 : 0,5448

**Goethita**

(Hierro acicular).

**Lepidocroita**

$FeO.OH$

Rómbico-bipiram.

0,9185 : 1 : 0,6068

0,431 : 1 : 0,64

*Observ.* La **Kayserita** parece ser una modificación de  $AlO.OH$ . Los minerales que siguen contienen, como base principal de su composición, hidróxido de cobalto trivalente; a no dudar, son en parte mezclas de coloides: la **Winklerita**, que además es rica en Ni

la **Heubachita**, con indicios de Ni, Fe, Mn; la **Transwaalita**, con algo de  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{CoO}$ ; la **Heterogenita** y la **Schulzenita**, que también contiene  $\text{CoO}$  y  $\text{CuO}$ .

## 2. Grupo (Hidróxidos de metales bivalentes.)

**Brucita**  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  Ditrigon.-escalenoédr.

$$81^\circ 12' \quad (a : c = 1 : 1,5208)$$

**Pirocroíta**  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  Ditrigon.-escalenoédr.

$$84^\circ 26' \quad (a : c = 1 : 1,3999)$$

*Observ.* Estos dos minerales son probablemente isomorfos, siendo la **Manganobrucita** ( $\text{Mg}, \text{Mn}$ )  $(\text{OH})_2$  su mezcla isomorfa. La **Ferrobrucita** corresponde al mineral precedente:  $(\text{Mg}, \text{Fe}) (\text{OH})_2$ . La **Nemalita** es una brucita filamentosas con ligeros indicios de hierro. La **Bäckströmita** es, según Aminoff, una forma rómbica del  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  ( $a : b : c = 0,7393 : 1 : 0,6918$ ). La **Hidroplumbita** es, al parecer, un posible mineral rómbico que responde a la fórmula  $3 \text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ , pero sin certeza alguna.

La **Tungstita** es, según Walker, en parte  $\text{WO}_2(\text{OH})_2$ , es decir, un ortoácido túngstico, en cristales biáxicos.

## 3. Grupo (Asociaciones de varios hidróxidos.)

**Piroaurita**  $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Exag.-piramidal

$$\begin{array}{c} a : c \\ 1 : 1,6557 \end{array}$$

*Observ.* La **Namaqualita** es quizá  $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})$ . La **Hidrotalcita** (**Völknerita**), que corresponde a la Piroaurita por ser un compuesto de  $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{Mg}(\text{OH}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , es, probablemente, una asociación de la Brucita y la Hidrargilita. La **Ilsemanita**, amorfa, es quizá  $\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , ya como  $2\text{MoO}_3 \cdot \text{MoO}_3$ , ya como un molibdato de molibdeno. El ácido sulfúrico que contiene está como absorbido.

**C. Oxisúlfidos.****Pirostibita**  
(Kermesita) $\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$ 

Monoclin.-prismát.

 $a : b : c$   
3,9650 : 1 : 0,8535 $\beta$   
90°

*Observ.* Como minerales dudosos, mal conocidos, debemos mencionar la **Karelinita**, que parece ser  $\text{BiO}_4\text{SO}_3$ , y la **Voltzita**,  $\text{Zn}_5\text{S}_4\text{O}$ , quizá un compuesto de Wurtzita y óxido de zinc.

---



## CLASE IV

### Sales haloideas.

#### A. Halogénidos simples.

##### 1. Grupo. (Halogénidos de los metales alcalinos.)

Los minerales de este grupo no son isomorfos a la temperatura ordinaria, a pesar de tener igual simetría.

<b>Sal gema</b> (Halita)	NaCl	Cúbica-pentagonododecaédrica
<b>Silvina</b> (Silvinita)	KCl	»
<b>Salmiac</b> (Sal amoníaco)	NH <sub>4</sub> Cl	»

*Observ.* Existen en estado natural también el **Bromamonio** y el **Iodamonio**. La **Villiaumita** parece ser una modificación tetragonal (seudocúbica) de NaF.

##### 2. Grupo (Halogénidos del grupo del cobre.)

Entre los minerales que lo constituyen, tan sólo son claramente isomorfos las sales de cobre y de plata.

##### a) Serie cúbica.

<b>Nantokita</b>	CuCl	Cúbica-exaquistetraédrica
<b>Marshita</b>	CuI	»
<b>Cerargirita</b> (Querargira)	AgCl	Cúbica-exaquisoctaédrica
<b>Bromargirita</b>	AgBr	»

*Observ.* La **Miersita**,  $4 \text{ AgI} \cdot \text{CuI}$ , cúbica, es según parece, una solución sólida de sus componentes; la **Cuproiodargirita** es del todo idéntica a aquélla. La **Huantajayita** ( $\text{Na}, \text{Ag}$ )  $\text{Cl}$  no constituye ninguna mezcla isomorfa, según cuidadosas investigaciones. La **Embolita** es una mezcla isomorfa de  $\text{AgCl}$  y  $\text{AgBr}$ . La **Iodobromita** contiene además  $\text{AgI}$  en mezcla isomorfa. La **Ostwaldita** (Plata graso-láctea) es  $\text{AgCl}$  coloidal.

b) *Serie exagonal.*

**Iodirita**  $\text{AgI}$  Diexagonal-piramidal  $\overset{a:c}{1:0,8196}$

3. *Grupo. (Halogénidos del mercurio.)*

**Calomelano**  $\text{HgCl}$  Ditetrag.-bipiramidal  $\overset{a:c}{1:1,7356}$   
(Mercurio córneo)

4. *Grupo. (Halogénidos de metales bivalentes.)*

**Sellaíta**  $\text{MgF}_2$  Ditetragonal-bipiramidal  $\overset{a:c}{1:0,6596}$   
(Belonesita)

*Observ.* La **Cloromagnesita** parece ser  $\text{MgCl}_2$ , y también contiene agua.

**Fluorita**  $\text{CaF}_2$  Cúbica-exaquisoctaédrica  
(Espato fluor)

*Observ.* La **Seudonocerita** es idéntica a la Fluorita con toda probabilidad. La **Hidrofilita** es  $\text{CaCl}_2$ ; la existencia de este mineral, así como de la **Scacchita** ( $\text{MnCl}_2$ ), **Lawrencita** [ $(\text{Fe}, \text{Ni}) \text{Cl}_2$ ] y la **Coccinita** ( $\text{HgI}_2$ ) es incierta.

**Cotunnita**  $\text{PbCl}_2$  Rómbica-bipiramidal  
 $\overset{a:b:c}{0,5952:1:1,1872}$

5. *Grupo. (Halogénidos de metales trivalentes.)*

**Fluocerita**  $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di}) \text{F}_3$  Exagonal  $\overset{a:c}{1:1,3736}$   
(Tisonita)

*Observ.* Con el Ce están los metales de su serie o grupo. La

**Hidrofluocerita** es un producto de alteración hidratado de la Fluocerita. La existencia de la **Molisita** ( $\text{FeCl}_3$ ) y del **Clorido de Aluminio**, como minerales, es insegura.

6. Grupo (*Halogénidos simples hidratados.*)

a) Serie con metales bivalentes.

**Bischoffita**  $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

$$\begin{array}{ccc} a : b : c & & \beta \\ 1,3872 : 1 : 0,8543 & & 93^\circ 42' \end{array}$$

*Observ.* La **Eriocalcita** (monoclínica?) debe ser  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

b) Serie con metales trivalentes.

**Fluelita**  $\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipiram.  $\begin{array}{ccc} a : b : c \\ 0,770 : 1 : 1,874 \end{array}$

**Cloroaluminita**  $\text{AlCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  Trigonal

$$\begin{array}{ccc} \alpha & & \\ 111^\circ 40' & & (a : c = 1 : 0,5356). \end{array}$$

## B. Halogénidos dobles.

1. Grupo (*Fluóridos dobles anhidros.*)

a) Serie con elementos trivalentes.

La Criolita y la Criolitionita son sales dobles del ácido aluminiofluorhídrico  $(\text{AlF}_6)\text{H}_3$ ; la constitución de los restantes minerales de esta serie es desconocida.

**Criolita**  $\text{AlF}_6\text{Na}_3$  Monocl.-prismát.

$$\begin{array}{ccc} a : b : c & & \beta \\ 0,9662 : 1 : 1,3883 & & 90^\circ 11' \end{array}$$

**Criolitionita**  $(\text{AlF}_6)_2\text{Na}_3\text{Li}_3$  Cúbica

*Observ.* La **Elpasolita** acaso sea  $(\text{AlF}_6)_2\text{Na}_3\text{K}_3$ , cúbica.

**Chiolita**  $3\text{AlF}_3 \cdot 5\text{NaF}$  Tetragonal  $\overset{a:c}{1:1,0418}$

*Observ.* La **Chodnewita**, la **Nipholita** y la **Arksutita** son Chiolitas de variable composición.

**Prosopita**  $2\text{Al}(\text{F}, \text{OH})_3 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{OH})_2$  Monocl.-prismát.

$\overset{a:b:c}{1,3188:1:0,5950} \quad \overset{\beta}{94^\circ 20'}$

*Observ.* La **Itrocalcita**, exagonal, parece ser  $2(\text{Y}, \text{Ce})\text{F}_3 \cdot 5\text{CaF}_2$ . Existe un itrocalciofluorido cuya fórmula probable es  $(\text{Y}, \text{Er})\text{F}_3 \cdot \text{CaF}_2$ ; este mineral parece ser una solución sólida de sus componentes, así como la **Itrofluorita**, cuyo análisis da  $3\text{YF}_3 \cdot 20\text{CaF}_2$ . La **Itrocerita** se estima como  $(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce})\text{F}_3 \cdot 5\text{CaF}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , si bien el fluorido y el agua son una solución sólida secundaria.

b) *Serie con elementos tetravalentes.*

Los minerales siguientes son sales del ácido hidrofluosilícico  $(\text{SiF}_6)\text{H}_2$ .

**Hieratita**  $\text{SiF}_6\text{K}_2$  Cúbica

**Criptohalita**  $\text{SiF}_6(\text{NH}_4)_2$  »

*Observ.* Es probable la existencia del **Fluostannato potásico**  $(\text{SnF}_6\text{K}_2)$  en la Naturaleza.

## 2. Grupo. (Fluoridos dobles hidratados.

Sólo se conoce la constitución de los dos primeros de los minerales siguientes:

**Pachnolita**  $\left\{ \begin{array}{l} [\text{AlF}_6] \text{CaNa} \cdot \text{H}_2\text{O} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Monocl.-prism.} \\ \text{Monocl.-prism.} \end{array} \right.$

**Thomsenolita**  $\left\{ \begin{array}{l} [\text{AlF}_6] \text{CaNa} \cdot \text{H}_2\text{O} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Monocl.-prism.} \\ \text{Monocl.-prism.} \end{array} \right.$

$\overset{a:b:c}{1,1626:1:1,5320} \quad \overset{\beta}{90^\circ 20'}$

$0,9973:1:1,0333 \quad \overset{\beta}{93^\circ 12'}$

*Observ.* La **Hagemannita** es una Thomsenolita algo distinta.

**Gearksutita**  $\text{Al}(\text{F}, \text{OH})_3 \cdot \text{CaF}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Forma cristalina?  
(Evigtokita)

**Ralstonita**  $5\text{Al}(\text{F}, \text{OH})_3 \cdot \text{MgF}_2 \cdot \text{NaF} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Cúbica?

### 3. Grupo. (Clóridos dobles anhidros.)

En este grupo sólo son seguramente isomorfos la Clormanganokalita y la Rinneita.

**Baumlerita**  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{KCl}$  Seudocúbica (Rómbica)  
(Clorocalcita)

**Clormanganokalita**  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{KCl}$  Ditrig.-escalen.

$$110^\circ 25' \text{ (a : c = 1 : 0,580)}$$

**Rinneita**  $\text{FeCl}_2 \cdot 3\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$  Ditrig.-escalen.

$$110^\circ 32' \text{ (a : c = 1 : 0,5707)}$$

**Seudocotunnita**  $\text{PbCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$  Rómbica

### 4. Grupo. (Clóridos dobles hidratados.)

**Carnalita**  $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Rómbica-bipiram.

$$\text{a : b : c} \\ 0,5891 : 1 : 1,3759$$

**Douglasita**  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{KCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

$$0,7367 : 1 : 0,5036 \quad 104^\circ 46'$$

**Taquihidrita**  $2\text{MgCl}_2 \cdot \text{Ca} \cdot \text{Cl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  Ditrig.-escal.

$$93^\circ 40' \text{ (a : c = 1 : 1,90)}$$

**Eritrosiderita**  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{KCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipiram.

$$0,6911 : 1 : 0,7178$$

*Observ.* La **Kremersita** es una mezcla isomorfa de Eritrosiderita y una sal bien conocida:  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

## C. Oxihalogénidos.

## 1. Grupo (Oxifluoridos.)

**Nocerina**  $\text{Mg}_2\text{OF}_4 \cdot \text{Ca}_3\text{OF}_4$  Exagonal

*Observ.* Parte del Mg está sustituido por  $\text{Fe}''$  y  $\text{Mn}''$ , y un poco de Ca por álcalis. La **Metanocerina** es un mineral semejante, pero no bien conocido.

## 2. Grupo (Oxiclóridos.)

**Matlockita**  $\text{Pb}_2\text{OCl}_2$  Seudotetragonal  $\begin{matrix} a:c \\ 1:1,7627 \end{matrix}$

**Mendipita**  $\text{Pb}_3\text{O}_2\text{Cl}_2$  Rómbica  $\begin{matrix} a:b:c \\ 0,8005:1:? \end{matrix}$

**Penfieldita**  $\text{Pb}_3\text{OCl}_4$  Exagonal  $\begin{matrix} a:c \\ 1:0,8967 \end{matrix}$

*Observ.* La **Daviesita**, rómbica ( $a:b:c = 0,7940:1:0,4777$ ), es próxima a la Mendipita, si bien sólo se conoce cualitativamente. La **Lorettoita (Cubutita)**, quizá tetragonal, se aproxima a  $\text{Pb}_7\text{O}_5\text{Cl}_2$ . La **Petterdita** parece ser un oxiclórico de plomo exagonal. La **Terlinguaíta** (monoclínica,  $a:b:c = 0,5338:1:2,0245$ ,  $\beta = 105^\circ 37'$ ), es el  $\text{Hg}_2\text{OCl}$ ; la **Eglestonita** es el  $\text{Hg}_4\text{OCl}_2$ , y es cúbica. La **Daubreíta** es un oxiclórico de bismuto, y la **Sarawaíta** seguramente un oxiclórico de antimonio.

## 3. Grupo (Sales básicas e hiperbásicas que contienen hidroxilos.)

La **Laurionita** es una sal básica normal que consiste en la asociación del  $\text{PbCl}_2$  y  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  bajo la forma  $\text{Cl}_2\text{Pb}::[\text{OH}]_2\text{Pb}$ . La **Fiedlerita** es una sal doble formada por ese compuesto más  $\text{PbCl}_2$ ; la **Percylita** es otra sal constituida por la asociación  $\text{CuCl}_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ . La

Atacamita es, según la opinión de A. Werner, un compuesto de la constitución  $\left[ \text{Cu} \begin{pmatrix} \text{HO} \\ \text{HO} \end{pmatrix} \text{Cu} \right]_3 \text{Cl}_2$ . Sin embargo, en el texto empleamos las fórmulas sencillas.

a) *Serie de los compuestos de sales básicas con sales normales.*

**Piedlerita**  $\text{Pb}_3(\text{OH})_2\text{Cl}_4$  Monocl.-prismát.  
 $a : b : c$   $\beta$   
 $0,7366 : 1 : 0,8327$   $102^\circ 29'$

b) *Serie de las sales normales básicas.*

**Laurionita**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pb}(\text{OH})\text{Cl} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Rómb.-bipiram.} \\ \text{Monocl.-prismát.} \end{array} \right.$   
**Paralaurionita**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pb}(\text{OH})\text{Cl} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Rómb.-bipiram.} \\ \text{Monocl.-prismát.} \end{array} \right.$   
 (Rafaelita).  
 $a : b : c$   
 $0,7366 : 1 : 0,8327$   
 $2,7036 : 1 : 1,8019$   $117^\circ 13'$

**Percylita**  $\text{Pb}(\text{OH})\text{Cl} \cdot \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$  Tetragonal?

*Observ.* La **Melanothallita**, mal conocida, parece ser  $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$ .

c) *Serie de las sales hiperbásicas.*

**Atacamita**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Rómb.-bipiram.} \\ \text{Seudotrig.} \end{array} \right.$   
**Paratacamita**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Rómb.-bipiram.} \\ \text{Seudotrig.} \end{array} \right.$   
 $0,6613 : 1 : 0,7529$   
 $96^\circ 22'$  ( $a : c = 1 : 0,0248$ )

d) *Serie de las sales que contienen agua e hidroxilos.*

Las fórmulas de los minerales de esta serie no son del todo seguras.

**Cumengeíta**  $\text{Pb(OH)Cl} \cdot \text{Cu(OH)Cl} \cdot \frac{1}{4} \text{H}_2\text{O}$  Tetragonal

a : c  
1 : 1,625

*Observ.* No está resuelta la cuestión de si la Cumengeíta es o no idéntica a la Percylita.

**Boleíta**  $8 \text{Pb(OH)Cl} \cdot 8 \text{Cu(OH)Cl} \cdot \text{PbCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Tetragon. a : c  
1 : 1,3996

**Seudoboleíta**  $4 \text{Pb(OH)Cl} \cdot 4 \text{Cu(OH)Cl} \cdot \text{PbCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Tetragon. 1 : 2,023

**Koenenita**  $2 \text{Al(OH)}_3 \cdot 4 \text{Mg(OH)Cl} \cdot \text{Mg(OH)}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} (?)$   
(Justita). Trigonal?

*Observ.* Minerales mal conocidos todavía, son: la **Hidromelantolita**, probablemente  $\text{Cu(OH)Cl} \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ; la **Atelita**, acaso  $\text{Cu}_3(\text{OH})_4\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; la **Tallingita**, un  $\text{Cu}_5(\text{OH})_8\text{Cl} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , y la **Footeíta**, quizá  $\text{Cu}_9(\text{OH})_{10}\text{Cl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ; esta última parece cristalizar en el monoclinico.

---



## CLASE V

# Nitratos, Yodatos, Carbonatos, Selenitos, Manganitos y Plumbatos.

## A. Nitratos y Yodatos.

### 1. Grupo (Nitratos normales.)

**Nitratina**       $\text{NO}_3\text{Na}$       Ditrig.-escalenoédr.  
(Nitro sódico).

$$\overset{\alpha}{102^\circ 42' \frac{1}{2}} \quad (a : c = 1 : 0,8297)$$

**Nitro**       $\text{NO}_3\text{K}$       Rómb.-piram.  
(Salitre, Nitro potásico).

$$\overset{a : b : c}{0,5910 : 1 : 0,7011}$$

*Observ.* Existen también en estado natural el **Nitro bárico**  $(\text{NO}_3)_2\text{Ba}$ , el **Nitro cálcico (Nitrocalcita)**  $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$ , y la **Nitromagnesita (Nitro magnésico)**  $(\text{NO}_3)_2\text{Mg}$ .

### 2. Grupo (Yodatos normales.)

**Lautarita**       $(\text{YO}_3)_2\text{Ca}$       Monocl.-Prismát.

$$\overset{a : b : c}{0,6331 : 1 : 0,6462} \quad \overset{\beta}{106^\circ 22'}$$

### 3. Grupo (Nitratos hiperbásicos.)

**Gerhardita**       $\text{NO}_3(\text{Cu OH}).\text{Cu}(\text{OH})_2$       Rómb.-bipir.  
0,9218 : 1 : 1,1562

*Observ.* Estos cuerpos, que por su misma composición parecen no tener agua alguna de cristalización, pueden interpretarse según Werner bajo la fórmula de constitución  $\left[ \text{Cu} \begin{pmatrix} \text{HO} \\ \text{HO} \end{pmatrix} \text{Cu} \right]_3 (\text{NO}_2)_2$ . La fórmula empírica no da ningún dato.

#### 4. Grupo (Asociaciones de Yodatos con Oxiclóridos.)

**Schwartzembergita**  $\text{Y}_2\text{O}_6\text{Pb} \cdot 3 (\text{Pb}_{11}\text{O}_2\text{Cl}_2)$

Seudotetrag. (Rómb.)  $\begin{matrix} a : c \\ 1 : 0,430 \end{matrix}$

### B. Carbonatos.

#### a). Anhidros, ácidos y normales.

##### 1. Grupo (Carbonatos ácidos.)

**Teschemacherita**  $\text{CO}_3(\text{NH}_4)\text{H}$  Rómbico

$\begin{matrix} a : b : c \\ 0,6726 : 1 : 0,3998 \end{matrix}$

*Observ.* La **Kalicinita** es el compuesto potásico correspondiente.

##### 2. Grupo (Carbonatos normales de metales bivalentes.)

Este grupo queda dividido en dos series isomorfas, de las cuales la trigonal constituye una forma del  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , lo mismo que los carbonatos de Mg, Mn, Fe y Zn, isomorfos con ella, así como la Dolomita, la cual tiene con las sales anteriores una isomorfía un tanto restringida; por otra parte, existen las calizas dolomíticas, es decir, asociaciones de Calcita y Dolomita, expresadas por la fórmula  $\text{CO}_3\text{Ca} \cdot \text{CO}_3\text{Mg}$ . Las correspondientes formas de  $\text{CO}_3\text{Cd}$  y  $\text{CO}_3\text{Co}$  se encuentran en diversas Calcitas, y a título de impurezas del espato de cinc. La serie

rómbica consta de la correspondiente forma del  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y los de Sr, Ba y Pb, que son isomorfos entre sí. La Baritocalcita, finalmente, no presenta relaciones con ambas series anteriores, por lo que se constituye con ella una tercera.

a) *Serie trigonal (de la Calcita).*

<b>Calcita</b> (Espato calizo)	$\text{CO}_3\text{Ca}$	Ditrig.-escalenoédr.
	$\alpha$ $101^\circ 55'$ ( $a : c = 1 : 0,8543$ )	
<b>Magnesita</b> (Gibbertita en parte)	$\text{CO}_3\text{Mg}$	Ditrig.-escalenoédr.
	$\alpha$ $103^\circ 21\frac{1}{2}'$ ( $a : c = 1 : 0,8095$ )	
<b>Dolomita</b>	$(\text{CO}_3)_2\text{CaMg}$	Trig.-romboédr.
	$\alpha$ $102^\circ 53'$ ( $a : c = 1 : 0,8322$ )	
<b>Ankerita</b> (Espato pardo, bruno-espato)	$(\text{CO}_3)_2\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})$	Trig.-romboédr.
	$\alpha$ $103^\circ 21'$ a $102^\circ 30'$ ( $a : c = 1 : 0,8129$ )	
<b>Rhodocrosita</b> (Espato mangánico, dialogita)	$\text{CO}_3\text{Mn}$	Ditrig.-escalenoédr.
	$\alpha$ $102^\circ 50'$ ( $a : c = 1 : 0,8259$ )	
<b>Siderita</b> (Espato ferroso, esfero- siderita en parte)	$\text{CO}_3\text{Fe}$	Ditrig.-escalenoédr.
	$\alpha$ $103^\circ 41\frac{1}{2}'$ ( $a : c = 1 : 8191$ )	
<b>Esmithsonita</b> (Espato de cinc)	$\text{CO}_3\text{Zn}$	Ditrig.-escalenoédr.
	$\alpha$ $103^\circ 28'$ ( $a : c = 1 : 0,8062$ )	

*Observ.* La **Plumbocalcita** es una calcita con algo de  $\text{CO}_3\text{Pb}$  en mezcla isomorfa; con ella se corresponden la **Cincocalcita**, la **Manganocalcita** y la **Cobaltocalcita**. La **Antraconita** es una Calcita ennegrecida por carbono. La **Lublinita**, pretendida nueva modificación del  $\text{CO}_3\text{Ca}$  es, empero, una Calcita. La **Konita** es

seguramente un compuesto de Dolomita y Magnesita. El contenido en Co de muchas Ankeritas procede de una mezcla de éstas con Calcitas cobaltíferas. La **Breunerita** es  $\text{CO}_3(\text{Mg}, \text{Fe})$ , predominando sobre todo el  $\text{Co}_3\text{Mg}$ . No está resuelto el problema de si la **Pis-tomesita** es la sal doble  $(\text{CO}_3)_2\text{MgFe}$  o una mezcla isomorfa de  $\text{CO}_3\text{Mg}$  y  $\text{CO}_3\text{Fe}$  en la proporción 1:1. La **Giobertita** es Magnesita coloidal; la **Magnesita silícea** es una asociación de Magnesita y Cuarzo; la **Gurhofiana** lo es de Magnesita amorfa, Calcita, Serpentina y tal vez Brucita. La Manganocalcita es  $\text{CO}_3(\text{Mn}, \text{Ca})$  con algo de Fe y Mg. Muchas Rodocrositas contienen  $\text{CO}_3\text{Fe}$  en cantidades variables, como por ejemplo la **Ponita**; la **Kuttenbergita** es un compuesto de carbonatos de Ca, Mn, Fe y Mg; la **Rodocrosita cincífera** contiene mucho  $\text{CO}_3\text{Zn}$ . La **Oligonita (Esferosiderita)** es una Siderita Manganesífera; la **Siderodota** es un carbonato de hierro calcífero. La **Taraspita**, es una dolomita con indicios de  $\text{CO}_3\text{Ni}$ . La **Esferocobaltita (espato de Cobalto)** es  $\text{CO}_3\text{Co}$ , sin duda isomorfo con la serie de la Calcita. La **Monheimita (Espato ferro-cíncico)** es  $[\text{CO}]_3 (\text{Fe}, \text{Zn})$ .

b) *Serie rómbica (del Aragonito).*

<b>Aragonito</b>	$\text{CO}_3\text{Ca}$	Rómbico-piramidal	
			a : b : c 0,6228 : 1 : 0,7204
<b>Estroncianita</b>	$\text{CO}_3\text{Sr}$	Rómbico-piramidal	
			0,6090 : 1 : 0,7237
<b>Witherita</b>	$\text{CO}_3\text{Ba}$	Rómbico-piramidal	
			0,5949 : 1 : 0,7413
<b>Cerusita</b> (Plomo blanco).	$\text{CO}_3\text{Pb}$	Rómbico-piramidal	
			0,6102 : 1 : 0,7232

*Observ.* Numerosos Aragonitos contienen algo de Zn. La **Nicholsonita**, hasta 10 por 100. La **Ctipeíta** y la **Conchita** son variedades fibrosas del Aragonito. La **Alstonita (Bromlita)** es una mezcla isomorfa de Aragonito y Witherita en la proporción de 1:1 hasta 2:1. La Estroncianita contiene a menudo algo de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , y

en mayor cantidad aún la **Calciostroncionita** (**Emmonita**). La **Tarnowitzita** es  $\text{CO}_3(\text{Ca}, \text{Pb})$ , y la **Iglesiasita** una Cerusita cincífera.

c) *Serie de la Baritocalcita.*

**Baritocalcita**  $(\text{CO}_3)_2 \text{CaBa}$  Monocl.-prismát.  

$$\begin{array}{ccc} & a : b : c & \beta \\ 0,7717 : 1 : 0,6255 & & 106^\circ 8' \end{array}$$

*Observ.* La Baritocalcita es una verdadera sal doble con propiedades físicas absolutamente distintas de las de la Alstonita.

b). Carbonatos anhidros, básicos y hiperbásicos.

1. *Grupo (con metales bivalentes.)*

De los minerales que siguen sólo algunos se interpretan como compuestos de asociación atómica, como la Azurita y la Malaquita; probablemente todos son asociaciones de adición, en el sentir de Werner: por ejemplo, la Malaquita sería  $\text{CO}_3\text{Cu} :::: (\text{H}_2\text{O})\text{Cu}$ , la Azurita  $\text{CO}_3\text{Cu} \cdots \text{HO} \cdot \text{Cu} \cdot \text{OH} \cdots \text{CO}_3\text{Cu}$ , si bien no se conoce todavía la sal  $\text{CO}_3\text{Cu}$  libre o aislada.

**Hidrocincita** (en parte)  $\text{CO}_3[\text{Zn} \cdot \text{OH}_2]$  Forma cristalina?

**Malaquita**  $\text{CO}_3[\text{Cu} \cdot \text{OH}]_2$  Monocl.-prismát.  

$$\begin{array}{ccc} & a : b : c & \beta \\ 0,8809 : 1 : 9,4012 & & 118^\circ 10' \end{array}$$

*Observ.* La Malaquita y la Hidrocincita constituyen mezclas patentes; la Malaquita de Chessy contiene, según Perrier, hasta 0,4 por 100 de  $\text{ZnO}$ ; las Malaquitas que contienen elevado porcentaje de cinc constituyen las **Auricalcitas** (**Buratitas**) y las **Cuproplumbitas**, en tanto, que la **Rosasita**, de igual composición que éstas, cristaliza en el sistema rómbico. La **Paraauricalcita** se considera, ya como idéntica a uno de estos minerales, ya como una asociación amorfa con igual composición química. La **Malaquita plumbífera** (rómbica?) debe de ser un  $(\text{CO}_3)_2\text{CuPb}(\text{Cu} \cdot \text{OH})_2$ .

**Azurita**  $[\text{CO}_3]_2\text{Cu}[\text{Cu.OH}]_2$  Monocl.-prismát.  
(Cobre azul, Chessylita).

$$a:b:c \quad \beta$$

$$0,8501:1:1,7611 \quad 92^\circ 24'$$

**Hidrocerusita**  $[\text{CO}_3]_2\text{Pb}[\text{Pb.OH}]_2$  Exagonal

$$a:c$$

$$1:1,4187$$

**Hidrocincita** (en parte)  $[\text{CO}_3]_2\text{Zn}[\text{Zn.OH}]_2 \cdot 2\text{Zn}[\text{OH}]_2$   
Forma cristalina?

*Observ.* La **Plumbonacrita** parece ser un compuesto de carbonato de plomo y óxido de plomo básicos.

## 2. Grupo (con metales trivalentes.)

**Dawsonita**  $\text{CO}_3 \cdot \text{Al}[\text{OH}]_2\text{Na}$  Rómbico bipiram.

$$a:b:c$$

$$0,6475:1:0,5339$$

*Observ.* Esta sal puede interpretarse también como  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , puesto que un hidroxilo está sustituido por el grupo monovalente  $\text{CO}_3\text{Na}$ .

**Bismutoesferita**  $\text{CO}_3[\text{BiO}]_2$  Forma cristalina?

*Observ.* Con el nombre de **Espato de Bismuto** (Bismutita en parte), se conocen carbonatos de bismuto básicos hidratados y de composición variable, los cuales se consideran, o como coleides o como mezclas mecánicas en parte. Se han descrito con el nombre de **Waltherita** dos carbonatos de bismuto, uno rómbico, otro monoclínico o triclínico. La **Basobismutita** sería un mineral térreo de composición  $\text{CO}_3\text{Bi}_4\text{O}_7[\text{OH}]_2$ . La **Ambatoarinita** parece ser  $[\text{CO}_3]_{17}\text{Ce}_7[\text{CeO}]_3\text{Sr}_3$ , quizá cristalizando en el rómbico.

## 3. Grupo (con metales exavalentes.)

**Rutherfordina**  $\text{CO}_3[\text{UO}_2]$  Rómbico

## c) Fluo y Clorocarbonatos.

## 1. Grupo (Fluocarbonatos.)

**Bastnesita**  $\text{CO}_3[(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di})\text{F}]$  Forma cristalina ?  
(Hamartita).

*Observ.* Con el Ce están los metales de su grupo. La forma exagonal conocida pertenece en realidad a la Tisonita, según la cual se pseudomorfiza.

**Parisita**  $(\text{CO}_3)_3[(\text{Ce}, \text{Di}, \text{La})\text{F}]_2 \text{Ca}$  Diexag.-bipiram.  
a : c  
1 : 1,9368

*Observ.* Con el Ce están los metales de su grupo. La **Synchisita**, cuya fórmula es  $[\text{CO}_3]_2[\text{CeF}]\text{Ca}$ , es un producto de alteración de la Parisita, lo mismo que la **Kischitimita**, la cual contiene mayor cantidad de La y algo de  $\text{H}_2\text{O}$ , pero nada de Ca.

**Kordylita**  $(\text{CO}_3)_3[(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di})\text{F}]_2 \text{Ba}$  Diexag.-bipiram.  
a : c  
1 : 1,4186

*Observ.* Con el Ce están los metales de su grupo. La Parisita y la Kordylita son probablemente isomorfos, pero los datos cristalográficos son todavía inciertos. La **Weibyeita** es un carbonato de tierras de cerio, calcio y estroncio con fluor y quizá algo de agua.

## 2. Grupo (Clorocarbonatos.)

**Phosgenita**  $\text{CO}_3(\text{PbCl})_2$  Tetragonal 1 : 1,0876  
(Plomo córneo) a : c

*Observ.* La sal cálcica correspondiente  $\text{CO}_3(\text{CaCl})_2$  se había creído hallarla en el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  con el nombre de **Thinolita**, pero esta observación no es segura.

## d) Asociaciones de Carbonatos y Clóridos.

## 1. Grupo.

**Northupita**  $(\text{CO}_3)_2\text{Na}_2\text{Mg}.\text{NaCl}$  Cúbica

## e) Carbonatos hidratados.

## 1. Grupo (Sales de metales monovalentes.)

**Termonatrita**  $\text{CO}_3\text{Na}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipiram.  
0,8268 : 1 : 1,2254

**Natrita**  $\text{CO}_3\text{Na}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Soda)  
1,4186 : 1 : 1,4828  $122^\circ 20'$  <sup>$\beta$</sup>

**Trona**  $\text{CO}_3\text{Na}_2 \cdot \text{CO}_3\text{NaH} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Urao)  
2,8426 : 1 : 2,9494  $102^\circ 29'$  <sup>$\beta$</sup>

## 2. Grupo (Sales con metales bivalentes.)

**Pirssonita**  $(\text{CO}_3)_2\text{Na}_2\text{Ca} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-piram.  
a : b : c  
0,5662 : 1 : 0,9019

**Gaylussita**  $(\text{CO}_3)_2\text{Na}_2\text{Ca} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Natrocalcita)  
1,4897 : 1 : 1,4442  $101^\circ 33'$  <sup>$\beta$</sup>

**Nesquehonita**  $\text{CO}_3\text{Mg} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipiram.  
0,6450 : 1 : 0,4568

## 3. Grupo (Sales con metales exavalentes.)

**Lantanita**  $[\text{CO}_3]_3(\text{La, Di, Ce})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipiram.  
0,9396 : 1 : 0,8924

*Observ.* La **Tengerita** sería un carbonato de itrio hidratado.

## 4. Grupo (Sales con metales tetravalentes.)

**Uranothallita**  $[\text{CO}_3]_4 \text{UrCa}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  Rómbico  
0,9539 : 1 : 0,7826



*Observ.* El **Carbonato cálcico-uránico** es idéntico a la **Uranothalita**, lo mismo que, en parte, la **Liebigita**. Próxima a éstos es la **Vogilita**, que además de Ca contiene Cu.

### 5. Grupo. (Carbonatos básicos e hiperbásicos.)

De estos minerales, muy mal conocidos, por lo menos los hiperbásicos se consideran como complejos o asociaciones paramórficas.

**Artinita**  $\text{CO}_3[\text{Mg} \cdot \text{OH}]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Monoclínica (?)

**Hidromagnesita**  $[\text{CO}_3]_3 \text{Mg}_2 [\text{Mg} \cdot \text{OH}]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

a : b : c  
Monocl.-prism. 1,0379 : 1 : 0,4652  $90^\circ \beta$  ca.

**Lansfordita**  $[\text{CO}_3]_3 \text{Mg}_2 [\text{MgOH}]_2 \cdot 21 \text{H}_2\text{O}$  Tricl.-pin.

a : b : c  
0,5493 : 1 : 0,5655  $95^\circ \alpha$  22'  $100^\circ \beta$  15'  $92^\circ \gamma$  28'

**Brugnatellita**  $\text{CO}_3 [\text{Mg} \cdot \text{OH}]_2 \cdot 4 \text{Mg} [\text{OH}]_2$

$\text{Fe} [\text{OH}]_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Exagonal

**Zaratita**  $\text{CO}_3 [\text{Ni} \cdot \text{OH}]_2 \cdot \text{Ni} [\text{OH}]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

Forma cristalina?

*Observ.* La **Baudisserita** quizá sea una asociación de la Hidromagnesita con ácido silícico o de Magnesita con Ópalo. La **Hidromagnocalcita (Hidrodolomita)** lo sería de Hidromagnesita y Calcita; la **Lancasterita** quizá sea Hidromagnesita en parte (asociada con la Brucita), en parte Aragonito. La **Predazzita** y la **Pencatita** son calizas cristalinas cuyas impurezas consisten en Brucita, Hidromagnesita y Periclase. La **Hidrogiobertita** también es un complejo de minerales. La **Giorgiosita** amorfa parece ser  $[\text{CO}_3]_4 \text{Mg}_2 [\text{MgOH}]_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , o se aproxima mucho a la Hidrogiobertita. La **Stichtita** es  $[\text{CO}_3]_3 [\text{MgOH}]_4 \cdot 3 \text{Mg} [\text{OH}]_2 \cdot 2 \text{Cr} [\text{OH}]_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ . La **Dundasita** quizá sea  $(\text{CO}_3)_2 (\text{Al} 2 \text{OH})_2 \text{Pb} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . La **Ankylita** es  $(\text{CO}_3)_2 (\text{CeOH}) \text{Sr} \cdot \text{H}_2\text{O}$  o  $(\text{CO}_3)_7 ([\text{Ce}, \text{La}, \text{Di}] \text{OH})_4 \text{Sr}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ,

rómbica,  $a : b : c = 0,916 : 1 : 0,9174$ . La **Remingtonita** es un carbonato de cobalto, analizado sólo cualitativamente. La **Schrockingerita** es un carbonato de urano, hidratado, rómbico. La **Randita**, según un análisis aproximado, es al parecer  $(\text{CO}_3)_6\text{U}(\text{OH})_4\text{Ca}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . La **Liebigita** (v. la Uranotalita), es una sal calcio-uránica, hidratada, básica.

### C. Selenitos y Teluritos.

#### 1. Grupo (Selenitos).

**Calcomenita**  $\text{SeO}_3\text{Cu} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

$a : b : c$   
 $0,7222 : 1 : 0,2460 \quad 90^\circ 51'$

*Observ.* Próximas a los selenitos son la **Molibdomenita**, en la que la base es el Plomo, y la **Cobaltomenita** con cobalto. La **Kerstenita** (Espato seleno-plúmbico) es un selenito de plomo que contiene además cobre.

#### 2. Grupo (Teluritos).

Los siguientes minerales son conocidos sólo en parte: la **Durdenita**, probablemente  $(\text{TeO}_3)_{1/3}\text{Fe}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Emmonsita**, tal vez monoclinica, es evidentemente un ferrotelurito.

### D. Manganitos y Plumbatos.

#### 1. Grupo (Fórmula: $\text{R}^{\text{IV}}\text{O}_3\text{R}''$ ).

Entre los minerales que constituyen este grupo, la **Braunita** ofrece la particularidad de ser tetragonal pseudocúbica, y de que tiene análoga estructura química que los metatitanatos y los metasilicatos, como sucede en la **Bixbyita**, pues en este mineral una pequeña porción

del manganeso tetravalente está sustituida por el titano, así como la Braunita puede contener el  $\text{SiO}_3\text{Mn}$ .

**Braunita**  $\text{MnO}_3\text{Mn}$  Ditetragon.-bipiram. 1:0,9922 <sup>a:c</sup>  
(Marcellina)

**Bixbyíta**  $\text{MnO}_3\text{Fe}$  Cúb.-exaquisoctaédrica

2. Grupo (Fórmula:  $\text{R}^{\text{IV}}\text{O}_4\text{R}''_2$ ).

**Hausmannita**  $\text{MnO}_4\text{Mn}_2$  Ditetrag.-bipiram. 1:1,1573 <sup>a:c</sup>

*Observ.* A menudo parte del manganeso bivalente está sustituido por Zn.

**Mennige**  $\text{PbO}_4\text{Pb}_2$  Forma cristalina?  
(Massicot)

3. Grupo (Fórmula:  $\text{R}_2^{\text{IV}}\text{O}_5\text{R}''$ ).

**Calcofanita**  $\text{Mn}_2\text{O}_5(\text{Zn}, \text{Mn}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Ditrig-escalen.

<sup>a</sup>  
44° 55' (a:c = 1:3,527)

*Observ.* La **Hidrofranklinita** es una Calcofanita rica en  $\text{Fe}''$ . La **Brostenita** es una Calcofanita que contiene un  $\text{Mn}''$  libre,  $\text{Fe}''$  y Ca. El **Zinkmanganerz** de Bleiberg es probablemente idéntico a la Calcofanita. El **Cinc mangánico** parece ser un compuesto amorfo  $\text{Mn}_2\text{O}_5\text{Zn} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . La **Heterolita** tetragonal quizá sea  $\text{Mn}_2^{\text{IV}}\text{O}_7\text{Mn}''_2(\text{ZnOH})_2$ .

4. Grupo.

Acaso pertenezcan a las sales del ácido mangánico los siguientes minerales, mal conocidos: la **Vredenburgita**, al parecer  $3\text{Mn}_3\text{O}_4 \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; la **Sitaparita**, quizá  $9\text{Mn}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO} \cdot 3\text{CaO}$ ; la **Hollandita**, que tal vez sea  $\text{MnO}_5(\text{Mn}, \text{Ba}, \text{K}_2, \text{H}_2) + n(\text{MnO}_3)_3(\text{Mn}''', \text{Fe}''', \text{Al})_4$  y la **Coronadita**  $\text{Mn}'''_3\text{O}_7(\text{Mn}, \text{Pb}, \text{Fe}, \text{Zn}, \text{Cu})_2$ .

## CLASE VI

### Sulfatos, Cromatos, Molibdatos, Tungstatos y Uranatos.

#### A. Sulfatos normales anhidros.

##### 1. Grupo (Sulfatos alcalinos).

###### a) Sales simples.

**Mascagnita**  $\text{SO}_4[\text{NH}_4]_2$  Rómbico-bipiram.

a : b : c  
0,5635 : 1 : 0,7319

*Observ.* Parece existir en estado natural el **Sulfato potásico** ( $\text{SO}_4\text{K}_2$ ) y el cromato potásico o **Tarapacaita**,  $\text{CrO}_4\text{K}_2$ ; son isomorfos con la Mascagnita.

**Thenardita**  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  Rómbico-bipiram.

a : b : c  
0,4731 : 1 : 0,7996

*Observ.* La **Misenita** es probablemente  $\text{SO}_4\text{KH}$ .

###### b) Sulfatos dobles.

**Glaserita**  $[\text{SO}_4]_2\text{NaK}_2$  Seudotrigonal

*Observ.* La **Arcanita** es una Glaserita impura. La **Aftalosa** (**Aphthalita**) es una Glaserita con  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  en solución sólida.

##### 2. Grupo (Sales dobles de metales mono y bivalentes).

**Vanthoffita**  $(\text{SO}_4)_4\text{Na}_6\text{Mg}$  Forma cristalina?

<b>Glauberita</b>	$(\text{SO}_4)_2\text{Na}_2\text{Ca}$	Monocl.-prismát.	
		$a : b : c$	$\beta$
		1,2209 : 1 : 1,0270	$112^\circ 10\frac{1}{2}'$
<b>Langbeinita</b>	$(\text{SO}_4)_2\text{K}_2\text{Mg}$	Cúb.-tetraédr.-pentago nododecaédr.	
<b>Palmierita</b>	$(\text{SO}_4)_2\text{K}_2\text{Pb}$	Trigonal	
		$\alpha$	
		$42^\circ 28'$	$(a : c = 1 : 3,761)$

*Observ.* Parte del K está sustituido por el Na. La estructura de estos minerales está claramente determinada después de las investigaciones de Zambonini.

### 3. Grupo (Sulfatos de metales bivalentes).

Este grupo se compone de dos series, la de la Anhidrita y la de la Baritina, con la cual son isomorfas la Celestina y la Anglesita.

#### a) Serie de la Anhidrita.

<b>Anhidrita</b>	$\text{SO}_4\text{Ca}$	Rómb.-bipiram.	$a : b : c$
(Muriacita, Karstenita)			0,8932 : 1 : 1,0008

*Observ.* La **Bassanita** es una modificación, quizá exagonal, del  $\text{SO}_4\text{Ca}$ .

#### b) Serie de la Baritina.

<b>Celestina</b>	$\text{SO}_4\text{Sr}$	Rómb.-bipiram.	$a : b : c$
			0,7790 : 1 : 1,2800
<b>Baritina</b>	$\text{SO}_4\text{Ba}$	" "	0,8152 : 1 : 1,3136
(Espato pesado, Wolnina, Michel-Levyita, Alomorfita)			
<b>Anglesita</b>	$\text{SO}_4\text{Pb}$	" "	0,7852 : 1 : 1,2894
(Vitriolo de plomo)			

*Observ.* La **Barita cálcica**, la **Dreelita** y también numerosas **Celestinas**, contienen entremezclado  $\text{SO}_4\text{Ca}$ . La **Hokutolita** es  $\text{SO}_4(\text{Ba}, \text{Pb})$ , y contiene  $\text{SO}_4\text{Ra}$ , quizá en mezcla isomorfa. La **Baritocelstina** es  $\text{SO}_4(\text{Sr}, \text{Ba})$ . La **Hidrociánita** es  $\text{SO}_4\text{Cu}$ ,

rómbica ( $a:b:c = 0,7971:1:1,1300$ ), y probablemente isomorfa con la Baritina. La **Cincosita** es el  $\text{SO}_4\text{Zn}$ . La **Sardinianita** quizá sea una modificación rómbica de  $\text{SO}_4\text{Pb}$ . El **Espato de plomo y selenio** es  $\text{SeSO}_4\text{Pb}$ , mal conocido; sus hermosos cristales son isomorfos con la Anglesita.

#### 4. Grupo (Cromatos de metales bivalentes).

De igual modo que el  $\text{CrO}_4\text{Ba}$  (bien conocido) es isomorfo con el  $\text{SO}_4\text{Ba}$ , también se conoce una modificación del  $\text{CrO}_4\text{Pb}$  isomorfa con el  $\text{SO}_4\text{Pb}$ . Por esto la **Crocoisa** puede considerarse como una dimorfía del  $\text{CrO}_4\text{Pb}$ .

<b>Crocoisa</b> (Plomo rojo)	$\text{CrO}_4\text{Pb}$	Monocl.-prismát.	
		$a:b:c$	$\beta$
		0,9603 : 1 : 0,9159	$102^\circ 27'$

*Observ.* La **Jossaita** sería un cromato de cinc y plomo.

#### 5. Grupo (Grupo de la Wulfenita).

Los minerales siguientes constituyen una serie tetragonal y otra serie monoclinica; a pesar de no conocerse más que las dos modificaciones en el tungstato de plomo, probablemente también los demás minerales del grupo son dimorfos.

##### a) Serie tetragonal.

<b>Powellita</b>	$\text{MoO}_4\text{Ca}$	Tetragonal-bipiram.	$a:c$ 1 : 1,5457
<b>Wulfenita</b> (Espato de plomo molibdicó, plomo amarillo)	$\text{MoO}_4\text{Pb}$	» -piram.	1 : 1,5777
<b>Scheelita</b>	$\text{WO}_4\text{Ca}$	» -bipiram.	1 : 1,5268
<b>Stolzita</b>	$\text{WO}_4\text{Pb}$	»	1 : 1,5606

*Observ.* La **Powellita** contiene indicios de  $\text{WO}_3$ . La **Scheelita** un poco de  $\text{MoO}_3$ , y la **Wulfenita** algo de  $\text{Ca}$ . La **Cuproscheelita**,

mal conocida, es  $\text{WO}_4(\text{Ca}, \text{Cu})$ . La **Chillagita** es  $(\text{W}, \text{Mo})\text{O}_4\text{Pb}$ . La **Eosita**, tetragonal ( $a:c = 1:1,376$ ) se compone también de molibdato y vanadato de plomo.

b) *Serie monoclinica.*

**Raspita**  $\text{WO}_4\text{Pb}$  Monocl.-prismát.

$$a:b:c \quad 1,3440:1:1,1136 \quad 107^\circ 33'$$

6. *Grupo (Grupo de la Wolframita).*

Los Wolframatos de Mn y Fe son isomorfos y constituyen una mezcla, que es la Wolframita; no ofrecen ninguna relación con la Raspita.

**Hübnerita**  $\text{WO}_4\text{Mn}$  Monocl.-prismát.

$$a:b:c \quad 0,8351:1:0,8651 \quad 90^\circ 22'$$

**Wolframita**  $\text{WO}_4(\text{Mn}, \text{Fe})$  Monocl.-prismát.

$$a:b:c \quad 0,8300:1:0,8678 \quad 90^\circ 22'$$

**Ferberita**  $\text{WO}_4\text{Fe}$  Monocl.-prismát.

$$a:b:c \quad 0,8229:1:0,8463 \quad 90^\circ 22'$$

*Observ.* La **Reinita** es una pseudomorfosis de Wolframita según Scheelita. La **Pateraita** probablemente es  $\text{MoO}_4\text{Co}$ , pero sólo se conoce en parte.

7. *Grupo (Uranatos).*

Las fórmulas de los minerales de este grupo no pueden darse todavía; algunos parecen cristalizar en el sistema cúbico.

La **Uraninita (Pechblenda)** es quizá una sal del ácido  $\text{U}(\text{OH})_6$  con la fórmula  $(\text{UO}_6)_2\text{U}_3$ , o una sal del ácido  $\text{UO}_4\text{H}_2$ , es decir, el  $(\text{UO}_4)_2\text{U}$ , con urano exava-

lente y tetravalente. Así como el plomo puede considerarse como el producto final de la desintegración radioactiva, la **Broggerita**, la **Cleveíta** y la **Nivenita** como compuestos de urano y algo de torio, cerio, tierras raras y agua (esta última a consecuencia de la alteración). Aquí también debe mencionarse la **Brannerita**, que además del urano contiene  $\text{TiO}_2$  y  $\text{CaO}$ . La **Currita** parece ser  $5 \text{UO}_8 \cdot 2 \text{PbO} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , quizá una sal ácida  $[\text{UO}_4]_5 \text{Pb}_2 \text{H}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; se desconoce el sistema cristalino, pero no es cúbica.

## B. Sulfatos básicos e hiperbásicos.

### 1. Grupo (Grupo de la Alunita).

Los siguientes minerales constituyen, sin duda, una serie isomorfa; en ella se da el caso, en la Plumbojarosita, de que el Pb y dos átomos alcalinos sean isomorfos. Se trata, según Werner, de exasales típicas, es decir, son compuestos de hidróxidos metálicos con seis grupos OH en sulfatos normales, cuya constitución es:  $(\text{R}'''[(\text{HO})_6\text{R}''']_2)_{\text{SO}_4}^{\text{SO}_4\text{R}'}$ . En el texto se expone la fórmula empírica.

**Alunita**  $(\text{SO}_4)_2(\text{Al} \cdot 2 \text{OH})_3\text{K}$  Ditrig.-escalen.  
(Piedra alumbre)

$89^\circ 9' (a : c = 1 : 1,252)$

**Natroalunita**  $(\text{SO}_4)_2(\text{Al} \cdot 2 \text{OH})_3\text{Na}$  Ditrig.-escalen.  
?

**Jarosita**  $(\text{SO}_4)_2(\text{Fe} \cdot 2 \text{OH})_2\text{K}$  Ditrig.-escalen.

$89^\circ 14' (a : c = 1 : 1,245)$



**Natrojarosita**  $(\text{SO}_4)_2(\text{Fe} \cdot 2 \text{ OH})_3 \text{Na}$  Ditrig.-escalen.

$\alpha$   
93° 50' (a : c = 1 : 1,104)

**Plumbojarosita**  $(\text{SO}_4)_2(\text{Fe} \cdot 2 \text{ OH})_6 \text{Pb}$  Ditrig.-escalen.

$\alpha$   
90° 18' (a : c = 1 : 216)

*Observ.* La **Ignatiewita** es una Alunita impura. La **Calafatita**, probablemente  $\text{S}_8\text{O}_4\text{Al}_4\text{K}_4 \cdot 17 \text{H}_2\text{O}$ , es probablemente sólo una Alunita. La **Carfosiderita** pertenece al parecer también a este grupo y se considera como un  $(\text{SO}_4)_2(\text{Fe} \cdot 2 \text{ OH})_2 \text{H}$ .

## 2. Grupo.

**Dolerofanita**  $\text{SO}_4(\text{Cu}_2\text{O})$  Monocl.-prismát.

a : b : c  
1,3215 : 1 : 1,2089  $\beta$   
108° 20'

**Lanarkita**  $\text{SO}_4(\text{Pb}_2\text{O})$  Monocl.-prismát.

a : b : c  
0,8681 : 1 : 1,3836  $\beta$   
91° 49'

**Phenicita**  $(\text{CrO}_4)_2\text{Pb}(\text{Pb}_2\text{O})$  Forma cristalina?

*Observ.* La **Vauquelinita** es, en parte, una Phenicita cuprífera, en parte un compuesto de cromato y fosfato. La **Euclorina**, rómbica (a : b : c = 0,7616 : 1 : 1,8755) es probablemente  $(\text{SO}_4)_2(\text{K}, \text{Na})_2 \text{Cu}_2 \cdot \text{CuO}$ .

La **Montanita** tal vez sea  $\text{TeO}_4(\text{Bi} \cdot 2 \text{ OH})_2$ . La **Ferrotelurita** es  $\text{TeO}_4\text{Fe}$ , y la **Magnolita**  $\text{TeO}_4\text{Hg}_2$ .

## 3. Grupo.

Entre los minerales que lo integran, la **Linarita** es una sal básica sencilla; la **Brochantita** un compuesto de la fórmula  $[\text{Cu}((\text{OH})_2\text{Cu})_3]\text{SO}_4$ , es decir, una exasal, mientras que la **Stelznerita** puede muy bien considerarse como una asociación de sales.

**Linarita**  $\text{SO}_4(\text{Pb} \cdot \text{OH})(\text{Cu} \cdot \text{OH})$  Monocl.-prismát.

a : b : c  
1,7161 : 1 : 0,8296  $\beta$   
102° 37'

**Stelznerita**  $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 2 \text{Cu}(\text{OH})_2$  Rómb.-bipiram.  
(Antlerita)

$$a:b:c \\ 0,5037:1:0,7058$$

**Brochantita**  $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 3 \text{Cu}(\text{OH})_2$  Rómb.-bipiram.

$$a:b:c \\ 0,7739:1:0,4871$$

4. *Grupo (Molibdatos básicos).*

**Koehchlinita**  $\text{MoO}_4(\text{BiO})_2$  Rómbico  $a:b:c$  0,9774:1:1,0026

C. Asociaciones anhidras de Sulfatos y Sales

Haloideas.

1. *Grupo.*

**Sulfohalita**  $2 \text{SO}_4\text{Na}_2 \cdot \text{NaF} \cdot \text{NaCl}$  Cúbica

2. *Grupo.*

**Caracolita**  $\text{SO}_4\text{Na}_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})\text{Cl}$  Rómbico-bipiram.

$$a:b:c \\ 0,5843:1:0,4217$$

*Observ.* La **Clorothionita** es  $\text{SO}_4\text{K}_2 \cdot \text{CuCl}_2$  o  $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 2 \text{KCl}$ , y según las medidas efectuadas en buenos cristales rómbicos, son  $a:b:c = 0,555:1:0,488$ .

D. Asociaciones anhidras de Cromatos y Yodatos.

1. *Grupo.*

**Dietzeita**  $8 \text{CrO}_4\text{Ca} \cdot 7 \text{I}_2\text{O}_5\text{Ca}$  Monocl.-prismát.

$$a:b:c \quad \beta \\ 1,3826:1:0,9515 \quad 109^\circ 32'$$

## E. Asociaciones anhidras de Sulfatos y Cromatos con Carbonatos.

### 1. Grupo.

**Hanksita**  $4\text{SO}_4\text{Na}_2 \cdot \text{CO}_3\text{Na}_2$  Exagonal  $a : c$  1 : 1,0056

*Observ.*—Estas fórmulas se refieren a cristales perfectamente determinados. Los indicios de cloruro potásico observados en la Hanksita natural, o son una mezcla mecánica con ella o están contenidos en solución sólida.

### 2. Grupo.

**Tychita**  $\text{SO}_4\text{Na}_2 \cdot (\text{CO}_3)_4\text{Na}_4\text{Mg}_2$  Cúbica

*Observ.* Este mineral, cuya fórmula se ha obtenido después de analizar muestras bien típicas, es próximo a la Northupita (pág. 94), cuya fórmula, duplicada, sólo se distingue de la de la Tychita por llevar  $\text{Cl}_2$  en lugar de  $\text{SO}_4$ .

### 3. Grupo.

**Caledonita**  $5[\text{SO}_4]_4\text{Pb}[\text{Pb} \cdot \text{OH}]_6 \cdot 2[\text{CO}_3]_4\text{Cu}[\text{Cu} \cdot \text{OH}]_6$

$a : b : c$   
Rómb.-bipir. 0,9187 : 1 : 1,4041

**Leadhillita**  $\text{SO}_4\text{Pb} \cdot [\text{CO}_3]_2\text{Pb}[\text{Pb} \cdot \text{OH}]_2$

$a : b : c$   $\beta$   
Monocl.-prism. 1,7515 : 1 : 2,2261  $90^\circ 28'$

*Observ.* La **Susannita**, trigonal al parecer, es seguramente tan sólo una Leadhillita constituida por laminillas monoclinicas. La **Beresovita** tal vez sea  $[\text{CrO}_4]_3\text{Pb}[\text{Pb}_2\text{O}]_2 \cdot \text{Co}_2\text{Pb}$ .

## F. Sulfatos y Uranatos hidratados, de un solo metal.

## 1. Grupo (Sulfatos alcalinos).

**Guanovulita**  $3[\text{SO}_4]_2[\text{K}, \text{NH}_4]_3\text{H} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  • Forma cristalina?

**Lecontita**  $\text{SO}_4[\text{NH}_4]\text{Na} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipiram.  
a : b : c  
0,4859 : 1 : 0,6330

**Mirabilita**  $\text{SO}_4\text{Na}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Sal de Glaubero, Exantallita, Exantalosa)  
a : b : c  
1,1158 : 1 : 1,2380

*Observ.* Con el nombre de Exantalita se ha descrito también la **Dihydrothenardita**, que es el dilhidrato del sulfato sódico.

## 2. Grupo (Sulfatos de la serie del Ca).

**Yeso**  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
a : b : c  
0,6895 : 1 : 0,4132  $98^\circ 58'$

3. Grupo (Sulfatos de la serie del Mg con 1 H<sub>2</sub>O).

**Kieserita**  $\text{SO}_4\text{Mg} \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
a : b : c  
0,9147 : 1 : 1,7445  $91^\circ 7'$

**Ferropallidita**  $\text{SO}_4\text{Fe} \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Schmollnitzita, Szomolnokita)

*Observ.* La **Szmikita** parece ser  $\text{SO}_4\text{Mn} \cdot \text{H}_2\text{O}$  amorfo. La **Serpierita** (rómbrica, a : b : c = 0,8586 : 1 : 1,3637) tal vez sea un  $\text{SO}_4(\text{Cu}, \text{Zn}, \text{Ca}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

#### 4. Grupo (Sulfatos de la serie del Mg con 5 H<sub>2</sub>O)

La sal de este grupo es, según Werner y Weinland, un compuesto de la fórmula:  $[(R''(OH_2)_4)OH_2]SO_4$ .

**Calcantita**  $SO_4Cu \cdot 5 H_2O$  Tricl.-pin.

(Cianosa, Vitriolo de cobre,  
Caparrosa azul)

$$a : b : c \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma \\ \bullet 0,5721 : 1 : 0,5554 \quad 82^\circ 5' \quad 107^\circ 8' \quad 102^\circ 41'$$

*Observ.* La **Siderotita** es  $SO_4Fe \cdot 5 H_2O$ , probablemente isomorfa con la Calcantita, así como la **Ilesita**—aunque acaso sólo al formarse—, pero a causa de su alteración ulterior su fórmula definitiva acaba por ser  $SO_4(Mn, Zn, Fe) \cdot 4 H_2O$ .

#### 5. Grupo (Sulfatos de la serie del Mg con 6 H<sub>2</sub>O).

La sal que a este grupo corresponde es un compuesto normal  $[Mg(OH_2)_6]SO_4$ .

**Exahidrita**  $SO_4Mg \cdot 6 H_2O$  Monocl.-prismát.

$$a : b : c \quad \beta \\ 1,4039 : 1 : 1,6683 \quad 98^\circ 34'$$

#### 6. Grupo (Sales de la serie del Mg con 7 H<sub>2</sub>O).

Los sulfatos de este grupo constituyen una serie isodimorfa. Sólo el  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  se conoce en ambas formas en estado libre, si bien la isodimorfia es apreciable en cristales perfectos de mezclas.

En opinión de Werner se trata probablemente de compuestos del tipo  $[(R''(OH_2)_6)OH_2]SO_4$ , en la cual se separa una molécula de  $H_2O$  de las restantes.

##### a) Serie rómbica.

**Epsomita**  $SO_4Mg \cdot 7 H_2O$  Rómbica-biesfenoédr.

(Sal amarga, Reichardita)

$$a : b : c \\ 0,9901 : 1 : 0,5709$$

**Goslarita**  $\text{SO}_4\text{Zn} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Rómbica-biesfenoédr.  
(Vitriolo de cinc)

$$a : b : c \\ 0,9804 : 1 : 0,5631$$

**Morenosita**  $\text{SO}_4\text{Ni} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Rómbica-biesfenoédr.  
(Vitriolo de níquel)

$$a : b : c \\ 0,9815 : 1 : 0,5656$$

*Observ.* La **Fauserita** es una mezcla de Epsomita con la correspondiente sal mangánica. La **Ferrogoslarita** es una Goslarita con indicios de hierro; la **Cuprogoslarita** contiene mezclado sulfato de cobre. La **Tauriscita** es el  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  rómbico. La **Piromelina** es una Morenosita magnésifera.

b) *Serie monoclinica.*

**Mallardita**  $\text{SO}_4\text{Mn} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

$$a : b : c \quad \beta \\ ? \quad ?$$

**Melanterita**  $\text{SO}_4\text{Fe} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Vitriolo de hierro,  
Caparrosa verde)

$$a : b : c \quad \beta \\ 1,1828 : 1 : 1,5427 \quad 104^\circ 15\frac{1}{2}'$$

**Bieberita**  $\text{SO}_4\text{Co} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Vitriolo de cobalto)

$$a : b : c \quad \beta \\ 1,1815 : 1 : 1,5325 \quad 104^\circ 40'$$

**Boothita**  $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

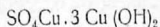
$$a : b : c \quad \beta \\ 1,1622 : 1 : 1,5000 \quad 105^\circ 36'$$

*Observ.* La **Luckita** es  $\text{SO}_4(\text{Fe}, \text{Mn}) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ . La **Sommairita** es una Melanterita cincífera. La **Pisanita** es  $\text{SO}_4(\text{Fe}, \text{Cu}) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ , y la **Salvadorita**, por sus ángulos, crucero e índices ópticos, parece ser una sal doble  $\text{SO}_4\text{Fe} \cdot 7 \text{H}_2\text{O} \cdot 2(\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 7 \text{H}_2\text{O})$ . La **Cupromagnesita** es  $\text{SO}_4(\text{Cu}, \text{Mg}) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ .

7. *Grupo (Sales hiperbásicas de metales bivalentes).*

Entre los minerales que forman este grupo, la Lan-

gita es una exasal típica, según Werner, que se distingue de la Brochantita solamente por la cantidad de agua que contiene. La Herrengundita parece ser una sal doble de Langita y Yeso. La Arnimita lo es de Langita y  $\text{CuSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

**Langita**

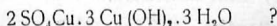
a : b : c

Rómb.-bipir. 0,5347 : 1 : 0,6346

**Herrengundita**  $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 3 (\text{OH})_2 \cdot \text{SO}_4\text{Ca} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ 

(Urvölgita).

a : b : c

Monocl.-prismát. 1,8161 : 1 : 2,8004  $91^\circ 10'$ **Arnimita**

*Observ.* En la Herrengundita parece variar la cantidad de Ca, y acercarse, por tanto, a la Arnimita. La **Devillina** es una asociación de Langita y Yeso. La **Kamarecita** quizá sea un  $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 2 \text{Cu} (\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , y probablemente rómbica. La **Connelita** tiene por fórmula  $\text{SO}_4\text{Cl}_4\text{Cu}_{25}\text{H}_{40}$ , quizá descomponible así:  $[\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 3 \text{Cu} (\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 2 (\text{CuCl}_2 \cdot \text{Cu} (\text{OH})_2) \cdot 14 \text{Cu} (\text{OH})_2]$ , y así queda patente el hecho de ser un compuesto de Langita y un oxícloruro de Cobre y un hidróxido del mismo metal, exagonal, a : c = 1 : 1,185.

**8. Grupo (Sales neutras de metales trivalentes).****Coquimbita**  $(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  Ditrigon-escalenoédr. $80^\circ 6'$  (a : c = 1 : 1,5613)**Quenstedtita**  $(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

a : b : c

0,3942 : 1 : 0,4060  $102^\circ 2'$ **Alunógeno**  $(\text{SO}_4)_3\text{Al}_2 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$  Monoclínica?

(Keramokalita)

*Observ.* La **Tecticita** (Sal parda, **Graulita**) es un Alunógeno ferrífero. La **Ihleita** debe de ser un  $(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ .

**Molibdita** (en parte)  $(\text{MoO}_4)_3\text{Fe}_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 

*Observ.* Esta fórmula se refiere a la Molibdita del Arizona, no siendo del todo idéntica con ella la de otras Molibditas, por ejemplo, la de los Urales; quizá se trate tan sólo de  $\text{MoO}_4$  coloidal con  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{H}_2\text{O}$  absorbidos.

9. *Grupo (Sales básicas e hiperbásicas de metales trivalentes).*

La constitución de los minerales que siguen es, en general, poco conocida.

**Amarantita**  $\text{SO}_4\text{Fe}(\text{OH}) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Tricl.-pin.

$$\begin{array}{ccccccc} & a : b : c & & \alpha & & \beta & \gamma \\ 0,7692 : 1 : 0,5738 & & 95^\circ 38' & & 90^\circ 24' & & 97^\circ 13' \end{array}$$

*Observ.* La **Hohmannita** y la **Paposita**, esta última probablemente  $(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_4(\text{OH})_6 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ , son al parecer idénticas con la **Amarantita**. La **Castanita** (monoclínica?) contiene media molécula de agua.

**Fibroferrita**  $\text{SO}_4\text{Fe}(\text{OH}) \cdot 4\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  Monoclínica?  
(Stypticita)

*Observ.* La **Manassa** tiene por fórmula, según se deduce de la curva de hidratación,  $(\text{SO}_4)_2(\text{Fe}_2\text{O}) \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

**Aluminita**  $\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{OH})_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Monoclínica?

*Observ.* La **Werthemannita** se distingue de la **Aluminita** por contener indicios de agua. La **Planoferrita**, quizá rómbica, es, según un análisis,  $\text{SO}_4\text{Fe}_2(\text{OH})_4 \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$ . **Carfosiderita** debe considerarse como  $(\text{SO}_4)_4\text{Fe}_6(\text{OH})_{10} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , y por esto no la incluimos aquí; viene a representar un término del grupo de la **Alunita** (página 104). La **Apatelita**, **Cyprusita**, **Pastreita**, **Raimondita** y **Utahita** son todas idénticas a ella.

**Copiapita**  $(\text{SO}_4)_3(\text{SO}_4\text{H})_2 \cdot (\text{Fe} \cdot \text{OH})_4 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ 

$$\begin{array}{ccc} & a : b : c & \beta \\ \text{Monocl.-prismát.} & 0,4791 : 1 : 0,9759 & 108^\circ 4' \end{array}$$



**Observ.** Esta fórmula traduce, según Scharizer, la composición de la Copiapita, a base de metales bivalentes, y por tanto constituye un sulfato básico-ácido. Hay otras Copiapitas que contienen cantidades variables de Mg, Fe', Zn'' y Mn'', pero no pueden distinguirse cristalográficamente de la Copiapita libre de R''. Con ella está unido, según Scharizer, el grupo atómico  $[\text{SO}_4\text{R}''] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , y con la constitución fluctuante de la Copiapita se han establecido incluso tres variedades.

**Romboclase**  $(\text{SO}_4\text{H}_4)[\text{Fe} \cdot 2\text{OH}]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Rómbica

**Observ.** La **Glockerita**,  $\text{SO}_4\text{Fe}_2[\text{OH}]_4 \cdot 2\text{Fe}[\text{OH}]_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  es, según Cornu, un hidróxido de hierro coloidal, el cual lleva ácido sulfúrico absorbido.

**Felsöbanyita**  $\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{OH})_4 \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

a : b : c  
Rómbico 6,675 : 1 : ?

**Observ.** La **Paraluminita** se distingue de la Felsöbanyita únicamente por contener indicios de agua, así como la **Daughityita** y la **Winebergita**, que la llevan también, en menor cantidad aún. Minerales afines a éstos, imperfectamente conocidos asimismo, y quizá no homogéneos, son la **Alumiana** y la **Pissofana**. La **Ferri-tungstita** es, probablemente,  $\text{WO}_4(\text{Fe} \cdot 2\text{OH})_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; la forma cristalina es desconocida.

#### 10. Grupo (Sales baso-ácidas de metales pentavalentes).

**Minasragrita**  $(\text{SO}_4)_3(\text{VO})_2\text{H}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$  Monoclinica?

#### 11. Grupo (Compuestos uranados hidratados).

**Uranosferita**  $\text{U}_2\text{O}_7(\text{BiO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Forma cristalina?

**Observ.** En tanto que la Uranosferita es cristalina sin duda alguna, los demás minerales de este apartado, excepción hecha de unos pocos, como la Voglianita y el Ocre de Urano, son amorfos; la mayoría de ellos parecen, no obstante, estar constituidos por finas aguijas cristalinas. Los datos analíticos son tan difusos que no es posible

establecer una fórmula determinada. Hé aquí los minerales: el **Vi-triolo de Urano**, la **Johannita**, el **Ocre de Urano (Uraconita)**, el **Urano sanguíneo**, el **Verde de Urano**, la **Medjidita**, la **Zip-peita** y la **Voglianita**, todos los cuales parecen consistir en com-puestos de oxidulosulfatos de urano con uranatos de cobre, calcio, etcétera. La **Uranopilita** parece ser  $S_2U_8O_{21}Ca \cdot 25 H_2O$ , y la **Gil-pinita**  $SUO_7 (Cu, Fe) \cdot 4 H_2O$ .

## G. Sulfatos hidratados de varios metales.

### 1. Grupo (Sales neutras de metales bi y monova-lentes).

No obstante ser en gran número los sulfatos hidra-tados dobles y triples, pocos son los que existen en es-tado natural. La cantidad de agua que contienen es a menudo 6 o 12, y estas sales son compuestos (exosales) acuosos como la **Picromerita**  $= [Mg(OH_2)]_6(SO_4)_2K_2$ , y el **Alumbre potásico**  $= [Al(O_2H)_6](SO_4)_2K$ .

**Syngenita**  $[SO_4]_2CaK_2 \cdot H_2O$  Monocl.-prismát.  
(Kaluszlita)

$$\begin{array}{ccc} a : b : c & & \beta \\ 1,3699 : 1 : 0,8738 & & 104^\circ 0' \end{array}$$

**Krohnkita**  $[SO_4]_2CuNa_2 \cdot 2 H_2O$  Monocl.-prismát.

$$\begin{array}{ccc} a : b : c & & \beta \\ 0,4463 : 1 : 0,4353 & & 107^\circ 19' \end{array}$$

**Loweíta**  $[SO_4]_2MgNa_2 \cdot 2\frac{1}{2} H_2O$  Tetragonal

**Bledita**  $[SO_4]_2MgNa_2 \cdot 4 H_2O$  Monocl.-prismát.  
(Astrakanita, Simonyita)

$$\begin{array}{ccc} a : b : c & & \beta \\ 1,3492 : 1 : 0,6717 & & 100^\circ 48\frac{1}{2}' \end{array}$$

**Leonita**  $[\text{SO}_4]_2\text{MgK}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Astrakanita potásica)

$a : b : c$   
1,0382 : 1 : 1,2335  $95^\circ 10'$

*Observ.* La **Wattevillita** tiene como fórmula  $[\text{SO}_4]_2(\text{Ca}, \text{Mg})$   
(Na, K) $_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

**Picromerita**  $[\text{SO}_4]_2\text{MgK}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$   
(Schoenita)

$a : b : c$   
Monocl.-prismát. 0,7413 : 1 : 0,4994  $104^\circ 48'$

**Boussingaultita**  $[\text{SO}_4]_2\text{Mg}[\text{NH}_4]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

$a : b : c$   
Monocl.-prismát. 0,7400 : 1 : 0,4918  $107^\circ 6'$

**Cianocroíta**  $[\text{SO}_4]_2\text{CuK}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

$a : b : c$   
Monocl.-prismát. 0,7490 : 1 : 0,5088  $104^\circ 28'$

*Observ.* Las tres sales precedentes pertenecen a la conocida  
serie de sales dobles monoclinico-prismáticas.

**Polihalita**  $[\text{SO}_4]_4\text{Ca}_2\text{MgK}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Triclinica

$a : b : c$   
0,9314 : 1 : 0,8562  $92^\circ 29'$   $123^\circ 4'$   $88^\circ 21'$

**Krugita**  $[\text{SO}_4]_6\text{Ca}_4\text{MgK}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Forma cristalina?

## 2. Grupo (Sales dobles neutras de metales trivalentes).

**Kalinita**  $[\text{SO}_4]_2\text{AlK} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  Cúbica-diaquis-  
(Alumbre potásico) dodecaédrica

**Tschermigita**  $[\text{SO}_4]_2\text{Al}[\text{NH}_4] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  Cúbica-diaquis-  
(Alumbre amoniacal) dodecaédrica

*Observ.* Con el nombre genérico de Alumbres se conocen infi-  
nidad de sulfatos dobles de aluminio con metales bivalentes, que en  
parte contienen agua en proporciones diferentes del típico, y se  
presentan sólo en masas filamentosas. La enumeración comienza

por el Alumbre sódico: **Tamarugita**  $[\text{SO}_4]_2\text{AlNa} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Mendoza**  $[\text{SO}_4]_2\text{AlNa} \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Stuvenita**, tal vez una mezcla de  $[\text{SO}_4]_2\text{AlNa} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  y  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}_2\text{Mg} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ ; el **Alumbre sesquimagnésico** y el **Picroalunógeno** son mezclas; la **Pickeringita** (Alumbre magnésico)  $[\text{SO}_4]_2\text{Al}_2\text{Mg} \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Seelandita**  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}_2\text{Mg} \cdot 27 \text{H}_2\text{O}$ ; las **Bosquimanita** y **Apjohnita** (Alumbre de Manganese), que tienen en parte el Mn sustituido por el Mg; la cantidad de agua oscila entre 20 y 26 moléculas; la **Halotriquitita** (Alumbre de Hierro)  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}_2\text{Fe} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$  (róbica?); la **Dietrichita**  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}_2(\text{Zn}, \text{Fe}) \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Masrita** es, análogamente, un compuesto de Al con algo de óxido de Fe, Mn y Co como metales bivalentes, y  $20 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Redingtonita**  $[\text{SO}_4]_4(\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})_2(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ni}) \cdot 21 \text{H}_2\text{O}$ . (Triclínica?); la **Sonomaíta**  $[\text{SO}_4]_9\text{Al}_2\text{Mg}_3 \cdot 33 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Dumreicherita**  $[\text{SO}_4]_7\text{Al}_2\text{Mg}_4 \cdot 36 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Aromita**  $[\text{SO}_4]_9\text{Al}_2\text{Mg}_6 \cdot 54 \text{H}_2\text{O}$ . En todos estos minerales no es del todo fijo el contenido en agua, e incluso las fórmulas pueden variar; muchos son enteramente productos de alteración, que, o han perdido agua, o la han adquirido. Asimismo es probable que la mayoría de estos cuerpos sean idénticos entre sí, aunque ninguna investigación seria se ha hecho que lo demuestre.

**Ferronatríta**  $[\text{SO}_4]_3\text{FeNa}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Trigonal  
(Gordaíta).

$$111^\circ 9' \quad (a : c = 1 : 0,5528)$$

*Observ.* El **Hierro amarillo**  $[\text{SO}_4]_{18}\text{Fe}_8\text{Na}_2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  o  $(\text{SO}_4)_{18}\text{Fe}_8\text{K}_2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ , exagonal, tal vez sea idéntico a la Ferronatríta. La **Bartholomita** se distingue de ésta por los indicios de agua que contiene, pero no es homogénea.

**Voltaíta**  $[\text{SO}_4]_6\text{Fe}_2'''\text{Fe}_3'' \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  (Tetragonal?)  $a : c$  1 : 1 ca.

*Observ.* La Voltaíta, además de pequeñas cantidades de Al, Zn, Cu'', Mg y Ni'', contiene al parecer muchos álcalis, especialmente K, que sustituye a parte del Fe''. La **Phillipita** parece ser  $[\text{SO}_4]_4\text{Fe}_2\text{Cu} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , pero quizá se trate de una asociación de un ferrosulfato con el vitriolo de cobre. La **Rubrita** es  $[\text{SO}_4]_4\text{Fe}'''\text{Fe}'' \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ , róbica o monoclínica. La **Biliíta** es  $[\text{SO}_4]_4\text{Fe}'''\text{Fe}'' \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ .

## 3. Grupo (Sales dobles básicas).

**Natrocalcita**  $[\text{SO}_4]_4 \text{Cu}_2 [\text{Cu} \cdot \text{OH}]_2 \text{Na}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 

$$\begin{matrix} & a : b : c & \beta \\ \text{Monocl.-prismát.} & 1,423 : 1 : 1,214 & 118^\circ 43' \end{matrix}$$

*Observ.* La **Wernadskyita** es  $[\text{SO}_4]_3 \text{Cu} [\text{Cu} \cdot \text{OH}]_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ . Se desconoce su sistema cristalino.

**Sideronatrita**  $[\text{SO}_4]_2 [\text{Fe} \cdot \text{OH}] \text{Na}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Rómbica?

*Observ.* La **Urusita** acaso sea idéntica a la Sideronatrita. La **Lowigita** es  $[\text{SO}_4]_2 [\text{Al} \cdot 2 \text{OH}]_3 \text{K} \cdot 1 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ . Desconócese el sistema cristalino.

**Botriógena**  $[\text{SO}_4]_4 [\text{Fe} \cdot \text{OH}]_2 [\text{Mg} \cdot \text{OH}]_2 \text{H}_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ 

$$\begin{matrix} & a : b : c & \beta \\ \text{Monocl.-prismát.} & 1,2245 : 1 : 0,8263 & 99^\circ 35' \end{matrix}$$
**Roemerita**  $[\text{SO}_4]_4 [\text{Fe} \cdot \text{OH}]_2 [\text{Fe}, \text{Zn}] \text{H}_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ 

$$\begin{matrix} & a : b : c & \alpha & \beta & \gamma \\ \text{Tricl.-pinac.} & 1,2992 : 1 : 0,8302 & 94^\circ 44' & 99^\circ 16' & 87^\circ 22' \end{matrix}$$

*Observ.* Ambas especies minerales, cuyas fórmulas han sido establecidas por Scharizer, son sales básico-ácidas. **Quetenita** es  $[\text{SO}_4]_3 [\text{FeOH}]_2 \text{Mg} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , monoclinica o triclinica; afine a ella es la **Idrizita**, probablemente  $[\text{SO}_4]_3 [\text{Fe} \cdot \text{OH}]_3 \text{Mg} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ , con algo de Al y Fe". Aquí sigue todavía una serie de minerales que necesitan aún estudiarse; tampoco es posible distinguir a qué metales corresponden los grupos OH. Son los siguientes: **Beaverita**  $[\text{SO}_4]_2 [\text{Fe} \cdot 2 \text{OH}]_2 [\text{PbOH}] [\text{PbOH}] [\text{CuOH}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , exagonal, con una cuarta parte de Al sustituida por Fe". La **Ettringita** parece ser  $[\text{SO}_4]_3 \text{Al}_2 \text{Ca}_6 [\text{OH}]_{12} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ , o  $[\text{SO}_4]_3 \text{Al}_4 \text{Ca}_{10} [\text{OH}]_{12} \cdot 42 \text{H}_2\text{O}$ ; exagonal ( $a : c = 1 : 0,9435$ ). La **Calcomorfit** es una Ettringita algo alterada. **Knoxvillita**  $[\text{SO}_4]_3 [(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Al})\text{OH}]_7 (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ni})_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ; (rómbica ?). La **Plagiocitrita**  $(\text{SO}_4)_2 (\text{Al}, \text{Fe})_2 (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ni}, \text{Co}) (\text{OH})_6 (\text{K}, \text{Na}) \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ . Forma cristalina? La **Clinofeita**  $[\text{SO}_4]_3 (\text{Al}, \text{Fe})_2 (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ni}, \text{Co}) (\text{OH})_6 (\text{K}, \text{Na})_3 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ ; (monoclinica ?). La **Metavoltina**  $[\text{SO}_4]_{12} \text{Fe}_6 [\text{OH}]_4 (\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Fe}_3) \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ , exagonal.

La **Clinocrocita** es un sulfato hidratado de Al, Fe, K, Na. La **Kauaita** es un sulfato básico de aluminio y álcalis, seguramente no homogéneo.

4. *Grupo (Sales dobles hiperbásicas, con Hidroxilos y Cloro).*

Los siguientes minerales son en su mayoría mal conocidos, y por esto se dan sólo sus fórmulas empíricas.

**Arzrunita**  $\text{SO}_4\text{Cl}_6\text{Cu}_4\text{Pb}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Rómbica

$$a : b : c \\ 0,5773 : 1 : 0,4163$$

*Observ.* Esta fórmula puede también escribirse de la manera siguiente:  $\text{SO}_4[\text{Cu} \cdot \text{OH}]_2 \cdot 2 \text{PbCl}_2 \cdot \text{CuCl}_2 \cdot \text{Cu}[\text{OH}]_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

**Spangolita**  $\text{SO}_{10}\text{ClAlCu}_6 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  Ditrig.-piram.

$$a \\ 68^\circ 50' \quad (a : c = 1 : 2,0108)$$

*Observ.* Esta sal puede escribirse también así:  $\text{SO}_4[\text{AlCl}] \cdot 6 \text{Cu}[\text{OH}]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .

**Lettsomita**  $\text{SO}_{11}\text{Al}_2\text{Cu}_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Rómbica  
(Cianotriquita).

**Cincaluminita**  $\text{S}_2\text{O}_{23}\text{Al}_6\text{Zn}_6 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  Exagonal

*Observ.* Las sales siguientes son conocidas sólo en parte: **Woodwardita**  $\text{S}_2\text{O}_{12}\text{Al}_6\text{Cu}_8 \cdot 21 \text{H}_2\text{O}$ ; **Almeriita**  $\text{S}_8\text{O}_{47}\text{Al}_{14}\text{Na}_4 \cdot 17 \text{H}_2\text{O}$ ; **Lamprofana** es un sulfato hidratado, hiperbásico, de Ca, Pb, Mn, Mg, Na y K.

## H. Asociaciones hidratadas de sulfatos con haloides y nitratos.

### 1. Grupo (Asociaciones moleculares de Sulfatos y Halogénidos).

**Kainita**  $\text{SO}_4\text{Mg} \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

a : b : c                       $\beta$   
1,2186 : 1 : 0,5863     $94^\circ 54 \frac{1}{2}'$

**Creedita**  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{CaF}_2 \cdot 2\text{Al}[\text{OH}]_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monocl.

a : b : c                       $\beta$   
1,6199 : 1 : 1,1597     $94^\circ 30'$

### 2. Grupo (Asociaciones moleculares de Sulfatos y Nitratos).

**Darapskita**  $\text{SO}_4\text{Na}_2 \cdot \text{NO}_3\text{Na} \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

a : b : c                       $\beta$   
1,5258 : 1 : 0,7514     $102^\circ 55'$

*Observ.* La **Nitroglauberita** es probablemente un compuesto de Darapskita y Nitrato sódico.

---

## CLASE VII

### Boratos, Aluminatos, Ferritos, etc., Arsenitos, Antimonitos.

#### A. Boratos, Aluminatos, etc., Anhídros.

##### 1. Grupo (*Sales de los ácidos $\text{AlO.OH}$ , etc., con metales bivalentes*).

Este grupo constituye la gran serie isomorfa de las sales cúbicas del tipo de la Espinela:  $\text{O} = \text{Al} - \text{O} - \text{Mg} - \text{O} - \text{Al} = \text{O}$ . En lugar del Al pueden existir el  $\text{Fe}'''$ ,  $\text{Cr}'''$ ,  $\text{Mn}'''$  y  $\text{Ti}'''$ ; sustituyendo al Mg, el  $\text{Fe}''$ , Zn y  $\text{Mn}''$ . La mayoría de las Espinelas no existen aisladas, sino en mezclas isomorfas.

El aluminato de glucinio cristaliza en el rómbico y constituye por sí sólo la serie correspondiente a este sistema cristalino.

##### a) Serie cúbica.

<b>Espinela</b>	$[\text{AlO}_2]_2\text{Mg}$	Cúbica- exaquisoctaédrica
<b>Magnesioferrita</b> (Magnoferrita).	$[\text{FeO}_2]_2\text{Mg}$	Cúbica- exaquisoctaédrica
<b>Magnetita</b> (Hierro magnético).	$[\text{FeO}_2]_2\text{Fe}$	Cúbica- exaquisoctaédrica



<b>Cromita</b> (Hierro cromado).	$[(\text{Cr}, \text{Fe}) \text{O}_3]_2 \text{Fe}$	Cúbica- exaquisoctaédrica
<b>Gahnita</b> (Espinela cincífera, Automolita).	$[(\text{Al}, \text{Fe}) \text{O}_3]_2 (\text{Zn}, \text{Fe})$	Cúbica- exaquisoctaédrica
<b>Franklinita</b>	$[\text{FeO}_2]_2 (\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Zn})$	Cúbica- exaquisoctaédrica
<b>Manganospinela</b>	$[(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{O}_3]_2 (\text{Mn}, \text{Mg})$	Cúbica- exaquisoctaédrica

*Observ.* En la **Clorospinela** parte del Al está sustituido por el Fe'''; en la **Pleonasta** (Espinela ferrífera, Ceylanita) el Fe'' sustituye también a parte del Mg. La **Hercynita** es  $[\text{AlO}_3]_2 (\text{Fe}, \text{Mg})$ . La **Titanomagnetita**, probablemente  $[(\text{Fe}, \text{Ti}) \text{O}_3]_2 \text{Fe}$ , es una combinación laminar de Magnetita e Ilmenita. La **Picrocromita**, es el compuesto  $[\text{CrO}_3]_2 \text{Mg}$ , sólo en mezclas isomorfas. La **Picotita** (**Cromoespinela**) es  $[(\text{Al}, \text{Cr}, \text{Fe}) \text{O}_3]_2 (\text{Fe}, \text{Mg})$ ; la **Cromopicotita** y la **Ferropicotita** contienen alguna mayor cantidad de Cr o de F''. La **Magnocromita** parece ser  $[\text{CrO}_3]_2 (\text{Fe}, \text{Mg})$ ; la **Cromitita** parece no ser más que una Cromita; la **Cromohercynita** es una mezcla de Cromita y Hercynita. La **Kreitonita** es una espinela cincífera rica en hierro; muchas variedades de Gahnita contienen, o bien sólo Fe''' o sólo Fe'', La **Dyslúita** es  $[(\text{Al}, \text{Fe}) \text{O}_3]_2 [\text{Zn}, \text{Mn}]$ . La **Jakobsita** es  $[(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{O}_3]_2 (\text{Mn}, \text{Fe})$ , así como la **Manganomagnetita**; la **Magnetita manganomagnesiána** es una Magnetita con algún tanto por ciento de Mn y Mg.

b) *Serie rómbica.*

<b>Crisoberilo</b> (Alexandrita, Címafana).	$[\text{AlO}_3]_2 \text{Gl}$	Rómbica-bipiramidal
		a : b : c 0,4707 : 1 : 0,5823

*Observ.* La **Plumboferrita** debe de ser  $[\text{FeO}_2]_2 (\text{Fe}, \text{Pb})$ , (exagonal ?). La **Delafossita** es  $\text{FeO}_2 \text{Cu}$ , romboédrica ( $a = 70^\circ 20'$ ,  $a : c = 1 : 1,94$ ), quizá bajo la forma  $\text{FeO} \cdot \text{O Cu} = \text{Cuprometaferrita}$ .

## 2. Grupo (Sales básicas e hiperbásicas de metales bivalentes).

<b>Hambergita</b>	$\text{BO}_3\text{Gl}[\text{Gl}.\text{OH}]$	Rómbica
		a : b : c
		0,7988 : 1 : 0,7267
<b>Pinakiolita</b>	$[\text{MnO}_2][\text{BO}_2](\text{Mg}, \text{Mn})_2\text{O}$	Rómbica
		a : b : c
		0,8338 : 1 : 0,5881
<b>Ludwigita</b>	$[\text{FeO}_2][\text{BO}_2]\text{Mg}_2\text{O}$	Rómbica
		a : b : c
		0,988 : 1 : ?

*Observ.* Parte del Mg puede estar en la Ludwigita sustituido por el Fe". La **Collbranita** es idéntica a la Ludwigita. La **Vonsenita** parece ser  $\text{B}_2\text{O}_8\text{Fe}'''(\text{Fe}', \text{Mg})_2$ , rómbica (a : b : c = 0,7558 : 1 : ?). Se conocen además, pero sólo en masas cristalinas: la **Sussexita**,  $\text{BO}_2[(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Zn}).\text{OH}]$  y la **Boromagnesita (Szaibelita)**,  $4\text{BO}_2(\text{Mg}.\text{OH}).\text{Mg}(\text{OH})_2$ , cuya fórmula, empero, está mal conocida; la **Hulsita**,  $\text{B}_2\text{SnFe}'''_4\text{O}_{31}(\text{Fe}', \text{Mg})_{12}\text{H}_4$ , y la **Paigeita**,  $\text{B}_{13}\text{SnFe}'''_{10}\text{O}_{70}\text{Fe}''_{39}\text{H}_{10}$ . Los dos últimos cuerpos acaso sean asociaciones de boratos con estannatos y ferritos, aunque su constitución no se conoce todavía con certeza, y aun en la Paigeita se duda de su homogeneidad. Un mineral afine a ellos es la **Nordenskiöldina**, con la fórmula  $\text{B}_2\text{O}_6\text{SnCa}$ , que puede considerarse como  $[\text{BO}_3]_2\text{SnCa}$ , y también como un estannato; cristaliza en el trigonal ( $\alpha = 103^\circ 1'$ ; a : c = 1 : 0,8221).

## 3. Grupo (Boratos básicos con metales trivalentes).

<b>Jeremejewita</b>	$\text{BO}_2[\text{AlO}]$	Exagonal	a : c
			1 : 0,6836

*Observ.* Este mineral es más bien un anhídrido de un complejo ácido alumo-bórico. Quizá la Jeremejewita esté constituida tan sólo por laminillas rómbicas, que son las que forman la **Eichwaldita**, la cual constituye el núcleo del cristal.

## 4. Grupo (Sales de ácidos polibóricos).

**Rhodizita**  $B_{14}O_{35}Al_6Gl_7$  (K, Na, Li, H)<sub>8</sub> Seudocúbica

*Observ.* Esta fórmula se deduce del análisis de Duparc y Wunder, pues Pisani da esta otra:  $B_{12}O_{35}Al_6Gl_4$  (Li, K, Na, H)<sub>4</sub>. En ambos casos seguramente se trata de una sal de un complejo ácido alumo-bórico, si además no se trata de una sal de un ácido ortobórico.

## 5. Grupo (Boratos clorados).

La única sal importante que constituye este grupo está formada por 8 moléculas del ácido  $HO-B=O_2=B-OH$ . El cloro está seguramente ligado al boro, no al magnesio. Los cristales de aspecto cúbico están integrados en realidad por partículas rómbicas.

**Boracita**  $B_{10}O_{30}Cl_2Mg_7$  Seudocúbica  
(Stasfurtita)

*Observ.* La **Boracita férrica** contiene algo de  $Fe''$  sustituyendo al Mg.

## B. Boratos hidratados.

1. Grupo (Sales del ácido  $BO.OH$ ).**Piñoíta**  $[BO]_2Mg.3H_2O$  Tetragonal-piramidal
$$\frac{a:c}{1:0,7609}$$

## 2. Grupo (Sales derivadas de asociación de ácidos).

Entre los poliborácidos de los minerales de este grupo, sólo hay dos cuya constitución se sabe con seguridad y son: el ácido dibórico de la Ascharita  $[HO]_2=B-O-B=[OH]_2$ , y el ácido tetrabórico del

Bórax:  $\text{HO} - \text{B} = \text{O}_2 = \text{B} - \text{O} - \text{B} = \text{O}_2 - \text{B} - \text{OH}$ .  
Para los restantes sólo podemos dar las fórmulas empíricas.

**Ascharita**  $3 \text{B}_2\text{O}_3\text{Mg}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  Forma cristalina?

**Bórax**  $\text{B}_4\text{O}_7\text{Na}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Tinkal).

$a : b : c$   $\beta$   
1,0995 : 1 : 0,5629  $100^\circ 35'$

**Boronatrocálcita**  $\text{B}_5\text{O}_9\text{CaNa} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Forma cristalina?  
(Ulexita, Hayesita).

*Observ.* La **Criptomorfitá** es una asociación de Boronatrocálcita y un sulfato.

**Colemanita y Priceita**  $\text{B}_6\text{O}_{11}\text{Ca}_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
Monocl.-prismát.

$a : b : c$   $\beta$   
0,7769 : 1 : 0,5416  $100^\circ 17'$

**Meyerhofferita**  $\text{B}_6\text{O}_{11}\text{Ca}_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Triclinica

$a : b : c$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   
0,7923 : 1 : 0,750  $89^\circ 32'$   $78^\circ 19'$   $86^\circ 52'$

**Inyoita**  $\text{B}_6\text{O}_{11}\text{Ca}_2 \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.

$a : b : c$   $\beta$   
0,9408 : 1 : 0,6665  $117^\circ 23'$

**Larderellita**  $\text{B}_5\text{O}_{13}[\text{NH}_4]_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Monocl. ?

*Observ.* La **Paternoíta**, rómbica, es  $\text{B}_8\text{O}_{18}\text{Mg} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

**Kaliborita**  $\text{B}_{11}\text{O}_{19}\text{Mg}_2\text{K} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prismát.  
(Heintzita, Hintzeita).

$a : b : c$   $\beta$   
1,2912 : 1 : 1,7572  $122^\circ 19'$

**Pandermita**  $\text{B}_{20}\text{O}_{35}\text{Ca}_8 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$  Triclinica  
(Priceita)

*Observ.* La **Hidrobóracita** parece ser  $\text{B}_8\text{O}_{11}\text{CaMg} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ . La **Borocalcíta** (**Bechilita**) y la **Flanklandita** son mezclas.

### C. Asociaciones hidratadas de Boratos con Sulfatos.

#### 1. Grupo.

<b>Sulfoborita</b>	$4 \text{BO}_2\text{MgH} \cdot 2 \text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
	$a : b : c$
Rómb.-bipiram.	0,6196 : 1 : 0,8100

### D. Sales de los ácidos Arsénico y Antimónico.

#### 1. Grupo (Arsenitos ácidos y normales).

<b>Trigónita</b>	$[\text{AsO}_3]_3\text{Pb}_5\text{MnH}$	Monocl.-domát.
	$a : b : c$	
	1,0340 : 1 : 1,6590	$91^\circ 31'$
<b>Armangita</b>	$[\text{AsO}_3]_2\text{Mn}_3$	Ditrig.-escalenoédr.
	$a$	
	56° 34'	( $a : c = 1 : 1,3116$ )

*Observ.* La constitución de los minerales siguientes es muy dudosa: **Trippkeita**, un óxido de cobre anhidro, combinado con ácido arsénico, ditetragonal-bipiramidal,  $a : c = 1 : 0,9160$ . La **Schafarzikita** parece ser un fosfito de hierro, isomorfo con la Trippkeita; sin embargo, no se ha analizado. La **Romeíta**, tetragonal,  $a : c = 1 : 1,0257$ , parece ser un antimonito de calcio. La **Thrombolita** se aproxima a  $\text{Sb}_2\text{O}_6\text{Cu}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ . La **Corongita**, que es un antimonito de plomo y plata hidratado, y la **Partzita**, que además contiene mucho cobre, no son otra cosa que productos derivados de los óxidos; la presencia del ácido antimónico en ambos minerales no está demostrada.

#### 2. Grupo (Sales básicas y además cloradas).

Los minerales que en este grupo se enumeran, de los

cuales los dos últimos son probablemente isomorfos, se consideran más bien como sales dobles o asociaciones de compuestos más sencillos.

<b>Nadorita</b>	$\text{SbO}_2 [\text{PbCl}]$	Rómbica $a : b : c$ 0,7469 : 1 : 1,0270
<b>Heliofilita</b>	$[\text{AsO}_3]_2 [\text{PbCl}]_4 \text{Pb}_2\text{O}$	Rómb. bipiram. $a : b : c$ 0,967 : 1 : 2,205
<b>Ocrolita</b>	$[\text{SbO}_3]_2 [\text{PbCl}]_4 \text{Pb}_2\text{O}$	Rómb.-bipiram. $a : b : c$ 0,905 : 1 : 2,014

*Observ.* La **Ekdemita** es una Heliofilita que por maclas tiene aspecto tetragonal. La **Melanostibiana** parece ser  $[\text{SbO}_3]_2 (\text{Mn Fe})_3 (\text{Mn, Fe})\text{O}$ .

### CLASE VIII

Fosfatos, Arseniatos,  
Antimoniatos, Vanadatos,  
Niobatos, Tantalatos.

### A. Sales ácidas y normales Anhídras.

a) Sales de ortoácido.

Se derivan de ácidos del tipo  $\text{PO}[\text{OH}]_3$ .

1. Grupo (Sales ácidas).

<b>Monetita</b>	$\text{PO}_4\text{CaH}$	Triclinica
	a : b : c	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$
	1,049 : 1 : 1,044	$91^\circ 16'$ $103^\circ 48'$ $96^\circ 40'$

*Observ.* La Pirofosforita y la Osteolita son afines a la Monetita, pero no idénticas. La Martinita, quizá sea idéntica a la Monetita. La Sicklerita, mal conocida, es indudablemente  $(\text{PO}_4)_8\text{Fe}'''\text{Mn}''_2\text{Li}_5\text{H}_3$ .

**2. Grupo (Sales normales de metales bivalentes).**

**Graftonita**  $[\text{PO}_4]_2(\text{Fe, Mn, Ca})_3$  Monoclinica  
a : b : c  $\beta$   
0,886 : 1 : 0,583 114°

<b>Berzeliíta</b>	$[\text{AsO}_4]_2 (\text{Ca, Mg, Mn})_3$	Cúbica-exaqui- soctaédrica
-------------------	--	-------------------------------

*Observ.* La Berzeliita contiene algo de sodio, constituyendo la **Natronberzeliita**, cúbica. La **Pirhoarsenita** contiene mucho Mn e indicios de Sb. También se la denomina **Manganoberzeliita**.

**Monimolita**  $[\text{SbO}_4]_2\text{Pb}_3$  Cúbica-exaquisoctaédrica.

*Observ.* La **Mauzeliita** es lo mismo que la Monimolita, pero contiene en gran cantidad Ca, siguiéndole el Ti y el Fe. La **Karyinita** es al parecer  $[\text{AsO}_4]_2(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Pb}, \text{Mg})_3$ , tal vez monoclinica.

### 3. Grupo (Sales normales de un metal bivalente y otro monovalente).

Entre los minerales que abarca este grupo, sólo los tres últimos son isomorfos; la Berilonita destaca especialmente por su simetría pseudoexagonal.

**Berilonita**  $\text{PO}_4\text{GNa}$  Rómbica-bipiram.  
0,5724 : 1 : 0,5490

**Natrofilita**  $\text{PO}_4\text{MnNa}$  Rómbica-bipiram.  
0,472 : 1 : 0,555 ca.

**Litiofilita**  $\text{PO}_4\text{MnLi}$  Rómbica-bipiram.  
0,445 : 1 : 0,555 ca.

**Trifilina**  $\text{PO}_4(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Li}$  Rómbica-bipiram.  
0,4348 : 1 : 0,5266.

*Observ.* Tanto la Natrofilita como la Litiofilita contienen algo Fe en lugar de Mn.

**Xenotima**  $\text{PO}_4\text{Y}$  Ditetrag.-bipiram.  $\frac{a}{c} : 1 : 0,6177$   
(Wiserina, Espato de Itrio)

**Fergusonita**  $(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4\text{Y}$  Tetrag.-piram. 1 : 1,464  
(Itrioantalita, en parte)

**Monacita**  $\text{PO}_4\text{Ce}$  Monocl.-prismát.  
 $a : b : b$   
0,9742 : 1 : 0,9227  $103^\circ 46'$

*Observ.* En estos tres minerales se suponen comprendidos bajo el símbolo del irio, lo mismo que del cerio, los metales corres-



pondientes a estos elementos. La Xenotima contiene también, lo mismo que la Fergusonita, indicios de cerio, y los tres minerales llevan además elementos tetravalentes, especialmente torio (la Monacita, según O. Kress y F. J. Metzger, entre 6,64 y 15,78 por 100 de  $\text{TO}_2$ , y entre 1,71 y 3,77 por 100 de  $\text{SiO}_2$ ). De si se trata de una mezcla mecánica o de una asociación análoga a las del tipo  $\text{PO}_4\text{R}'''$  y  $\text{RivO}_4\text{Riv}$ , nada se sabe todavía.

La Fergusonita contiene pequeñas cantidades de metales bivalentes. La **Risorita** (cúbica?), se distingue de la Fergusonita por su gran contenido en  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  y  $\text{TiO}_2$ . La **Sipylita**, semejante a la Fergusonita en la forma cristalina, es  $\text{NbO}_4\text{Er}$ , en la cual parte del Er está sustituido por H.

**Cervantita**  $\text{SbO}_4\text{Sb}$  Forma cristalina?

*Observ.* Toda vez que los compuestos a base de Sb tetravalente, como en el caso del  $\text{SbCl}_4$ , presentan propiedades completamente distintas, la Cervantita es, con seguridad, un antimonio de antimonio, y no un  $\text{SbO}_2$ . La **Estibilita** (**Estibiconita**) es probablemente un hidrato de la Cervantita, con 1  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Pucherita**  $\text{VO}_4\text{Bi}$  Rómbica-bipiram.

$$\begin{array}{l} a : b : c \\ 0,5327 : 1 : 2,3357 \end{array}$$

**Estibiotantalita**  $(\text{Ta}, \text{Nb}) \text{O}_4\text{Sb}$  Rómbica-diesfen.

$$\begin{array}{l} a : b : c \\ 0,7995 : 1 : 0,8448 \end{array}$$

*Observ.* En la **Estibiocolumbita** (**Stibioniobita**) predomina el niobio sobre el tántalo. La **Carminita** acaso sea  $[\text{AsO}_4]_{12}\text{Fe}_{16}\text{Pb}_8$ , rómbico.

b) Sales de los Piroácidos.

Compréndense bajo este epígrafe las sales del ácido  $[\text{HO}]_2\text{OP} \cdot \text{O} \cdot \text{PO} [\text{OH}]_2$ .

### 1. Grupo (Con metales bivalentes).

Abarca este grupo algunos minerales cuya composición no está del todo bien interpretada, no obstante lo cual parecen ser sales de fórmula  $R_2O.R''_2$  (en donde  $R = Sb, Ta, Nb$ ); si alguna forma cristalina se conoce, son cúbicos.

La **Tripuhya** quizá sea  $Sb_2O_3.Fe''_2$ ; su forma cristalina es desconocida. La **Atopita**,  $Sb_2O_3.(Ca, Na_2, Fe, Mn)$ , cúbica. La **Microlita**, cúbica, es  $(Ta, Nb)_2O_7.(Ca, Mn, Fe, Mg)_2$  con indicios de álcalis, fluor y agua. Es posible que sea afine a ella la **Neotantalita**, también cúbica, niobato de hierro con flour (y quizá también agua), manganeso y álcalis. La **Koppita**, cúbica, responde probablemente a la fórmula  $[Nb_2O_7]_3[CeO]Ca_8[CaF](Na, K)_4$ .

### 2. Grupo (Con metales trivalentes).

La mayor parte de los minerales siguientes son  $[Ta_2O_7]_3Y_4$  y  $[Nb_2O_7]_3Y_4$ . Con ellos están asociados en pequeñas cantidades bioxidos, acerca de cuya estructura nada se sabe. No está del todo cerrada la discusión acerca de si estos minerales son sales de complejos heteropoliácidos. La **Plumboniobita**, amorfa según parece, debe ser un compuesto de  $Nb_2O_3.R''_2$  y  $[Nb_2O_7]_3R'''_4$ , en el que  $R'' = Fe, Pb, Ca, UO_2$ ,  $R''' = Y, Yb, Gd, Al$ . La **Itrotantalita** contiene, sobre todo,  $[Ta_2O_7]_2Y_4$ , y además  $Ca$  y  $Fe''$ , lo mismo que algo de  $Ur, Wo$  y  $Sn$ ; rómbica,  $a:b:c = 0,5412:1:1,1330$ . La **Samaraskita (Itroilmenita)** es en gran parte  $[Nb_2O_7]_3Y_4$ , pero contiene además  $Ta, Fe, Ce, Er$ , así como  $Ur, Th, Zr, Sn$  y  $Si$ ; rómbica,  $a:b:c = 0,5457:1:0,5178$ .

La **Jelmita** sólo se conoce alterada, pero debe ser un tantalato de Ca, Fe y Mn; rómbico,  $a:b:c = 0,465:1:0,026$ . La **Rogersita**, producto de alteración de la Samarskita, contiene ácido nióbico, itrio y agua. La **Anneroedita** es principalmente un ácido pironióbico de itrio y urano, en el cual hay además  $H_2O$ , Ca, Fe, Pb, UO, Th, Si y otros; rómbico,  $a:b:c$  es próximo, según el estudio de sus sencillas maclas, a  $2,0187:1:3,2727$ .

### c) Sales de los metaácidos.

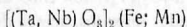
Derivanse del ácido  $PO_2.OH$ .

#### 1. Grupo.

Las sales ferrosas y manganosas de los ácidos meta-tantálico y nióbico son dimorfas y constituyen una serie tetragonal y otra serie rómbica.

##### a) Serie tetragonal.

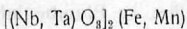
**Tapiolita**  
(Skogbolita, Tam-  
melatantalita)



Ditetrag.-bipiram.

$a:c$   
 $1:0,6522$

**Mossita**



Ditetrag.-bipiram.

$a:c$   
 $1:0,6438$

*Observ.* La Tapiolita y la Mossita ofrecen muchos puntos de semejanza cristalográfica con los minerales del grupo del Rutilo. Se trata ahora de describir minerales que representan mezclas de los que constituyen ambos grupos (grupo de la Tapiolita y grupo del Rutilo). Este modo de enfocar el asunto es muy verosímil dado el parentesco estructural de los minerales en cuestión. Hélos aquí: la **Struverita**, compuesto de Tapiolita y Rutilo en la proporción

1 : 4 ca. El **Ilmenorrutilo**, compuesto de Mossita y Rutilo en la proporción 1 : 5 ca. Probablemente también la **Ainalita**, compuesta de Tapiolita y Casiterita. Los bióxidos varían mucho; los análisis no permiten asegurar todavía si las anteriores proporciones de mezcla son constantes. La **Adelfolita** parece ser un producto de alteración, hidratado, de una Mossita muy niobífera.

b) *Serie rómbica.*

**Tantalita**  $[(Ta, Nb) O_3]_2 (Fe, Mn)$   
 $a : b : c$   
 Rómb.-bipiram. 0,8304 : 1 : 0,8732

**Niobita**  $[(Nb, Ta) O_3]_2 (Fe, Mn)$   
 (Columbita)  $a : b : c$   
 Rómb.-bipiram. 0,8285 : 1 : 0,8898

*Observ.* Generalmente predomina el Fe, pero en la **Manganotantalita** y en la **Manganocolumbita** el Mn excede al Fe. La **Ixionolita** quizá sea solamente una Tantalita cincífera. La **Dechenita**, al parecer  $(VO_3)_2Pb$ , es seguramente idéntica a la **Descloizita** (pág. 134).

## B. Sales anhidras cloradas y fluoradas.

En lo que sigue se admite que el halógeno está unido con el metal y el hidroxilo isomorfo (véase la Introducción). Con pocas excepciones (la Hamlinita y la Barthita), las sales son ortofosfatos. Para la interpretación de algunos puntos de vista de Werner, muy distintos por cierto, véanse los distintos grupos.

### 1. Grupo (del Apatito.)

Los miembros de este grupo se derivan de 3 mol, de  $PO_4H_3$ , cuyos 8 H están sustituidos por  $R''$ , y el último por  $-R''F$  o por  $-R''Cl$ , o acaso también por  $-R''OH$ ;

asimismo los radicales  $R''_2CO_3$ ,  $R''_2SO_4$  y  $R''_2O$  entran a formar parte del Apatito, asociados a 6 mol. de  $PO_4$  y  $SR''$ , formando los Carbonato-apatitos, los Sulfato-apatitos y los Óxido apatitos (Voelckerita), si bien en pequeñas cantidades. Según Werner, el Fluorapatito

es un compuesto de la forma  $\left[ Ca \begin{pmatrix} O & PO_3Ca \\ & \diagup \quad \diagdown \\ & Ca \\ & \diagdown \quad \diagup \\ O & PO_3Ca \end{pmatrix} \right]_3 F_2$ ,

y análogamente las otras sales. No hay todavía estudios de carácter experimental que autoricen este modo de ver, que sólo tiene, pues, un valor puramente hipotético.

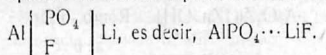
<b>Apatito</b>	$\left\{ \begin{array}{l} [PO_4]_3FCa_5 \\ [PO_4]_3(F, Cl)Ca_5 \end{array} \right\}$	Exagonal-bipiram.
		a : c 1 : 0,7346 a 1 : 0,7313
<b>Piromorfita</b> (Plomos verde y pardo)	$[PO_4]_3ClPb_5$	Exagonal-bipiram.
		a : c 1 : 0,7362
<b>Mimetesita</b>	$[AsO_4]_3ClPb_5$	Exagonal-bipiram.
		a : c 1 : 0,7224
<b>Vanadinita</b>	$[VO_4]_3ClPb_5$	Exagonal-bipiram
		a : c 1 : 0,7122

*(Observ.)* La **Fosforita** es una variedad alterada del Cloroapatito, de aspecto terroso y duro, sin formas cristalinas exteriores; las variedades fibrosas son frecuentemente fluoríferas. La cantidad de agua que pueden contener es secundaria. La **Eupicroíta** es una variedad de Fosforita. En algunos apatitos, el Ca está sustituido por el Mn (**Manganoapatito**). La **Kampylita** es  $[(As, P) O_4]_3ClPb_5$ . La **Polisferita**, sólo conocida en parte, es  $[PO_4]_3Cl(PbCa)_5$ . El

**Seudoapatito** es una pseudomorfosis del fosfato cálcico, según Piromorfita. La **Svabita** es  $[\text{AsO}_4]_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl}) \text{Ca}_5$ . La **Hedifana** es  $[\text{AsO}_4]_3\text{Cl}(\text{Pb}, \text{Ca}, \text{Ba})_5$ . La **Pleonektita** es seguramente sólo Apatito. La **Fermorita** viene a ser  $[(\text{P}, \text{As})\text{O}_4]_3(\text{OH}, \text{F})(\text{Ca}, \text{Sr})_5$ . La **Endlichita** es una Vanadinita arsenífera. La **Rodofosita** parece ser exagonal, entrando en su composición el  $\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{F}$  y algo de  $\text{SO}_4$ .

2. Grupo (Fórmula general:  $\text{PO}_4[\text{R}'''\text{.OH}]\text{R}'$ , o  $\text{PO}_4[\text{R}'''\text{F}]\text{R}'$ ).

La fórmula atómica está dada en este epígrafe; en opinión de Werner representan sales complejas del tipo



**Ambligonita**  $\text{PO}_4[\text{Al}(\text{F}, \text{OH})]\text{Li}$  Tricl.-pin.  
(Montebrasita)

$$a:b:c \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma \\ 0,7334:1:0,7633 \quad 108^\circ 57' \quad 97^\circ 48' \quad 106^\circ 27'$$

**Fremontita**  $\text{PO}_4[\text{Al}(\text{F}, \text{OH})]\text{Na}$  Tricl. (muy parecida  
(Ambligonita sódica) a la Ambligonita).

**Durangita**  $\text{AsO}_4[\text{AlF}]\text{Na}$  Monocl.-prismát

$$a:b:c \quad \beta \\ 0,7715:1:0,8223 \quad 115^\circ 13'$$

3. Grupo (Fórmula general:  $\text{PO}_4\text{R}''[\text{R}'''\text{.OH}]$ , o  $\text{PO}_4\text{R}''[\text{R}'''\text{F}]$ ).

Este grupo se divide en tres series, de las cuales los miembros de la rómbica son muy parecidos entre sí y todos isomorfos; solamente los vanadatos se apartan algo. En la serie monoclinica están, mutuamente isomorfos, la Hidroherderita y la Herderita, así como la Wagnerita y la Triploidita; las dos primeras presentan (por lo menos así resulta de investigaciones recientes),

cristales geminados. La Tarbuttita, triclínica, constituye una tercera serie. Según Werner, estos minerales son mezclas de fosfatos con halogénidos y también hidróxidos, siendo su fórmula (para la Wagnerita):  $\text{Mg} \left[ \begin{smallmatrix} (\text{PO}_4)_2 \\ \text{F}_2 \end{smallmatrix} \right] \text{Mg}_3$  o  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4) :::: \text{MgF}_2$ .

a) *Serie rómbica.*

<b>Libethenita</b>	$\text{PO}_4\text{Cu}[\text{Cu}.\text{OH}]$	Rómb.-bipir. a : b : c 0,9601 : 1 : 0,7110
<b>Adamina</b>	$\text{AsO}_4\text{Zn}[\text{Zn}.\text{OH}]$	Rómb.-bipir. a : b : c 0,9733 : 1 : 0,7158
<b>Higginsita</b>	$\text{AsO}_4\text{Ca}[\text{Cu}.\text{OH}]$	Rómb.-bipir. a : b : c 0,7940 : 1 : 0,6242
<b>Olivenita</b>	$\text{AsO}_4\text{Cu}[\text{Cu}.\text{OH}]$	Rómb.-bipir. a : b : c 0,9396 : 1 : 0,6726
<b>Descloizita</b>	$\text{VO}_4(\text{Pb},\text{Zn})[\text{Pb}.\text{OH}]$	Rómb.-bipir. a : b : c 0,8045 : 1 : 0,6368
<b>Cuprodescloizita</b>	$\text{VO}_4(\text{Pb},\text{Cu},\text{Zn})[\text{Pb}.\text{OH}]$	Rómb.-bipiram. ?
<b>Piobelonita</b>	$\text{VO}_4(\text{Pb},\text{Mn})[\text{Pb}.\text{OH}]$	Rómb.-bipir. a : b : c 0,8040 : 1 : 0,6509

*Observ.* La **Cornetita**, isomorfa con la Libethenita (a : b : c = 0,9841 : 1 : 0,7697), tal vez es  $\text{PO}_4(\text{Cu},\text{Co})[\text{Cu}.\text{OH}]$ . La **Duftita** es  $[\text{AsO}_4]_6\text{Pb}_5[\text{Pb}.\text{OH}][\text{Cu}.\text{OH}]_7$ , pero puede formularse así:

$\text{AsO}_4(\text{Pb, Cu})[\text{Cu.OH}]$ , semejante a la Olivenita por sus formas cristalinas. La **Spodiosita**, que sólo es conocida alterada y en cristales rómbicos imperfectos, quizá originariamente sea  $\text{PO}_4\text{Ca}[\text{Ca}(\text{F, OH})]$ , si bien esta fórmula no es segura aún. La **Cuproadamina** y la **Cobaltoadamina** contienen cobre o cobalto. La Cuprodescloizita es isomorfa con la Descloizita, si bien por ser pocos los cristales buenos no se han podido efectuar hasta aquí medidas satisfactorias. Asimismo, la Descloizita contiene, además del ácido vanádico, pequeñas cantidades de ácidos arsénico y fosfórico, lo mismo que cinc, hierro y manganeso. Idénticas a la Cuprodescloizita, son: la **Ramirita**, la **Tritocorita**, probablemente también la **Psittacinita** y la **Chileita**. Quizá pertenezcan también a la Descloizita la **Araoxena** y la **Eusynchita**, de cuya homogeneidad no hay datos seguros, y la primera de las cuales presenta un importante contenido en ácido arsénico. Con toda probabilidad, corresponde aquí también la **Brackebuschita**, la cual contiene en gran cantidad Mn y Fe, pero que por sus caracteres ópticos parece ser monoclínica y, por consiguiente, debiera estudiarse en la serie inmediata. La Dechenita (pág. 131), es idéntica a la Descloizita. La **Volbortita cálcica** (**Volbortita**, en parte), es aproximadamente  $\text{VO}_4(\text{Cu, Ca})[\text{Cu.OH}]$ , y por esto se consigna aquí, si bien ni la fórmula está exenta de dudas ni se conoce la forma cristalina.

b) *Serie monoclínica.*

**Hidroherderita**  $\text{PO}_4\text{Ca}[\text{Gl.OH}]$

Monocl.-prism.  $\begin{matrix} a:b:c \\ 0,6307:1:0,4274 \end{matrix}$   $\begin{matrix} \beta \\ 90^\circ 6' \end{matrix}$

**Herderita**  $\text{PO}_4\text{Ca}[\text{Gl}(\text{OH, F})]$

Monocl.-prism.  $\begin{matrix} a:b:c \\ 0,6206:1:0,4234 \end{matrix}$   $\begin{matrix} \beta \\ 90^\circ 0' \end{matrix}$

**Wagnerita**  $\text{PO}_4\text{Mg}[\text{MgF}]$

Monocl.-prism.  $\begin{matrix} a:b:c \\ 1,9145:1:1,5059 \end{matrix}$   $\begin{matrix} \beta \\ 108^\circ 7' \end{matrix}$

**Triplita**  $\text{PO}_4(\text{Fe, Mn})[(\text{Fe, Mn})\text{F}]$

Monocl.-prism.  $\begin{matrix} \\ ? \end{matrix}$



**Triploidita**  $\text{PO}_4(\text{Mn, Fe})[(\text{Mn, Fe})\text{OH}]$ 

a : b : c       $\beta$

Monocl.-prism. 1,8571 : 1 : 1,4944  $108^\circ 14'$

*Observ.* La **Jerulfina** es una **Wagnerita** transformada en parte, por alteración, en **Apatito**. La **Crifiolita** consiste probablemente en una **Wagnerita** con pequeñas cantidades de Ca. La **Calcotriplita** es, al parecer,  $\text{PO}_4(\text{Mn, Fe, Ca, Mg})_2\text{F}$ . La **Seudotriplita**, la **Alluaudita** y el **Melanocloro** son, en parte, productos de alteración de la **Triplita**, no bien conocidos. La **Zwieselita** es una **Triplita** especialmente rica en Fe, y el **Sarcopsido** viene a ser tan sólo una **Zwieselita** alterada.

**Adelita**  $\text{AsO}_4\text{Ca}[\text{Mg}.\text{OH}]$  Monocl.-prismát.

a : b : c       $\beta$

0,0989 : 1 : 1,5642  $106^\circ 45'$

**Tilasita**  $\text{AsO}_4\text{Ca}[\text{Mg}.\text{F}]$  Monocl.-domát.  
(Fluoradelita)

a : b : c       $\beta$

0,7503 : 1 : 0,8391  $120^\circ 59\frac{1}{2}'$

**Sarkinita**  $\text{AsO}_4\text{Mn}[\text{Mn}.\text{OH}]$  Monocl.-prismát.  
(Pollarsenita)

a : b : c       $\beta$

2,0017 : 1 : 1,5154  $117^\circ 46'$

*Observ.* La **Condroarsenita** es una **Sarkinita** modificada por indicios de  $\text{CO}_3(\text{Mg, Ca})$  y  $\text{SO}_4\text{Ba}$ . La **Xantoarsenita** probablemente también, pero con agua como impureza mecánica.

c) *Serie triclinica.***Tarbuttita**  $\text{PO}_4\text{Zn}[\text{Zn}.\text{OH}]$  Tricl.-pinac.

a : b : c       $\alpha$        $\beta$        $\gamma$

0,9583 : 1 : 1,3204  $102^\circ 37'$   $123^\circ 52'$   $87^\circ 25'$

4. *Grupo.*

Contiene este grupo las sales de metales bivalentes cuya fórmula general es  $[\text{PO}_4]_2\text{R}''[\text{R}''.\text{OH}]_4$ , y al final

aquellas que responden al tipo general  $\text{PO}_4[\text{R}''\text{.OH}]_3$ , en las cuales los hidroxilos de los ácidos están sustituidos por grupos de óxidos metálicos hidratados. Según Werner, las primeras sales son compuestos  $[\frac{3}{2}\text{R}]\text{PO}_4::[\text{HO}]_3\text{R}$ ; y las últimas, exosales del tipo  $\{\text{R}[(\text{HO})_3\text{R}]\}_2(\text{PO}_4\text{R})_2$ , en donde R es un metal bivalente.

**Dihidrita**  $[\text{PO}_4]_2\text{Cu}[\text{Cu.OH}]_4$  Tricl.-pin.

$a:b:c$   
2,8252 : 1 : 1,5339  $89^\circ 29\frac{1}{2}'$   $91^\circ 0\frac{1}{2}'$   $90^\circ 39\frac{1}{2}'$

**Georgiadesita**  $[\text{AsO}_4]_2\text{Pb}[\text{PbCl}]_4$  Rómb.-bipir.

$a:b:c$   
0,5770 : 1 : 0,2228

**Erinita**  $[\text{AsO}_4]_2\text{Cu}[\text{Cu.OH}]_4$  ?

**Mottramita**  $[\text{VO}_4]_2(\text{Cu, Pb})[\text{Cu.OH}]_4$  ?

*Observ.* La **Turanita** quizá sea  $[\text{VO}_4]_2\text{Cu}[\text{Cu.OH}]_4$ , o sea una Mottramita sin plomo. El **Cobre fosforado** es, en parte, una Dihidrita, y una asociación de Dihidrita con Fosforocalcita y Ehlita.

**Fosforocalcita**  $\text{PO}_4[\text{Cu.OH}]_3$  Forma cristalina?

**Clinoclasa**  $\text{AsO}_4[\text{Cu.OH}]_3$  Monocl.-prismát.  
(Abichita)

$a:b:c$   
1,9069 : 1 : 3,8507  $99^\circ 30'$

*Observ.* Bajo el nombre de **Lunnita** comprende Schrauf la Dihidrita, la Fosforocalcita y la Ehlita, de las cuales la primera está cristalizada y las dos últimas son mal conocidas.

### 5. Grupo (Sales básicas de metales trivalentes).

Las fórmulas estructurales de los minerales en él comprendidos son fáciles de hallar. Según Werner, los tres primeros son exosales del tipo general  $(\text{R}''''[(\text{HO})_3\text{R}''''])_2(\text{PO}_4)_2\text{R}''$ , mientras que la Trolleita es considerada como

una doble asociación de una de estas exosales con 3 moléculas  $\text{PO}_4\text{Al}$ .

**Augelita**  $\text{PO}_4\text{Al}_2[\text{OH}]_3$  Monocl.-prismát.

$a : b : c$   
1,6419 : 1 : 1,2708  $112^\circ 26\frac{1}{2}'$

**Florencita**  $\text{PO}_4(\text{Al}, \text{Ce})_2[\text{OH}]_3$  Ditrig.-esca!en.

$91^\circ 10'$  ( $a : c = 1 : 1,1588$ )

**Kraurita**  $\text{PO}_4\text{Fe}_2[\text{OH}]_3$  Rómbica 0,8734 : 1 : 0,426  
(Dufrenita, Hierro verde)

*Observ.* En la Florencita la proporción entre  $\text{Al} : \text{Ce} = 3 : 1$ . La fórmula de la Kraurita no es segura. Según Cornu, es el cristalóide de la Delvauxita.

**Trolleíta**  $[\text{PO}_4]_3\text{Al}_4[\text{OH}]_3$  Forma cristalina?

#### 6. Grupo (Sales básicas de metales tri y bivalentes).

Entre sus minerales, la Hamlinita se considera como una sal exótica constituida así:  $(\text{Al}[(\text{OH})_3\text{Al}]_2) \begin{matrix} \text{PO}_4\text{H} \\ \text{PO}_4\text{R}'' \end{matrix}$  afine a la serie de la Alunita y de la Corkita. Los primeros miembros de este grupo son sales dobles y fosfatos normales, como la Lazulita  $[\text{AlPO}_4] \cdot [\text{AlPO}_4 :: (\text{HO})_2\text{Mg}]$ . En el texto se exponen las fórmulas racionales.

**Lazulita**  $[\text{PO}_4]_2[\text{Al} \cdot \text{OH}]_2(\text{Mg}, \text{Fe})$  Monocl.-prism.  
(Klaprotita)

$a : b : c$   
0,9747 : 1 : 1,6940  $91^\circ 58'$

*Observ.* La Gersbyita y la Tetragofosfita son dos minerales semejantes, cuyos análisis dieron:  $4 \text{P}_2\text{O}_5$ ,  $9 \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca})$ ,  $0,8 - 17 \text{H}_2\text{O}$ , y  $2 \text{P}_2\text{O}_5$ ,  $6 \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg}, \text{Ca}) \text{O}$ ,  $3 \text{H}_2\text{O}$ .

**Cirrolita**  $[\text{PO}_4]_3\text{Fe}_4\text{Ca}_3[\text{OH}]_3$  Forma cristalina ?

**Arsenosiderita**  $[\text{AsO}_4]_3\text{Fe}_4\text{Ca}_3[\text{OH}]_9$  Tetrag. o exag.

*Observ.* La **Tavistockita** (cristalina) es probablemente  $[\text{PO}_4]_2\text{Al}_2\text{Ca}_3[\text{OH}]_6$ . La **Grifita** es un fosfato de Mn, Al, Ca, Fe, Na, etcétera, sin fórmula cierta, tal vez  $[\text{AsO}_4]_6(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Pb}, \text{Mg})_3[\text{Mn} \cdot \text{OH}]_6$ . La **Retziana** es un arseniato básico de Mn, Ca y tierras raras, sin fórmula segura.

**Hamlinita**  $\text{P}_2\text{O}_7[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_3[\text{Sr} \cdot \text{OH}]$  Ditrig.-escal.  
(Bowmanita)

$$91^\circ 17' \alpha \quad (a : c = 1 : 1,135)$$

*Observ.* Parte del Sr está sustituida por Ba, y algo de OH por F. Es muy probable que la **Plumbogummita** (Plomo-goma) sea la sal de plomo que corresponde a  $\text{P}_2\text{O}_7[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_3[\text{Pb} \cdot \text{OH}]$ ; sus distintas variedades son amorfas, como la **Schadeita**, pero para otras se ha logrado determinar su forma cristalina, trigonal. Quizá sean idénticas a ella las variedades puras de la **Hitchcockita**, cuya riqueza en  $\text{CO}_2$  sólo puede admitirse como impurezas. La **Gorceixita**, uniáxica, es un compuesto básico:  $\text{P}_2\text{O}_7[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_3[\text{Ba} \cdot \text{OH}]$ . Ambos minerales contienen algo de Ca, que en otro mineral análogo, la **Crandallita**, satura al ácido casi por sí solo. Sin embargo, la fórmula que para él se ha dado,  $\text{P}_2\text{O}_7[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_3[\text{Ca} \cdot \text{OH}]$  no es aún del todo segura. Contiene además Sr y Mg, así como ácido sulfúrico, por lo cual se la podría considerar como un tránsito a la serie de la Korkita. La **Hamlinita básica** tendría por fórmula  $[\text{PO}_4]_3\text{Al}_2[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_2[\text{Ba} \cdot \text{OH}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . La **Goyazita** quizá sea idéntica a la Hamlinita, en tanto que la **Geraesita** es una Gorceixita impura. Muy afine a estos minerales, es la **Florencita** (pág. 138), que contiene Ce, y cuya fórmula sería  $\text{P}_2\text{O}_7[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_3[\text{Ce} \cdot 3\text{OH}]$ . Todos estos minerales pueden considerarse también como ortofosfatos básicos, por ejemplo la Hamlinita, como  $[\text{HPO}_4]_2\text{Sr} \cdot [\text{Sr}(\text{PO}_4)_2] \cdot [\text{Al} \cdot \text{OH}]_6$ . No obstante, hacen falta aún estudios experimentales encaminados a descifrar su constitución. La **Melanovanadita**, monoclinica, es  $[\text{VO}_4]_6\text{V}_4^{\text{IV}}[\text{Ca}_2\text{O}]$ , es decir, también una sal básica de un metal tetravalente y otro bivalente, si la fórmula es cierta.

**Atelestita**  $\text{AsO}_4[\text{BiO}]_2[\text{Bi} \cdot 2\text{OH}]$  Monocl.-prismát.

$$a : b : c \quad \beta$$

$$0,9334 : 1 : 1,5051 \quad 109^{\circ} 17'$$

**Observ.** La **Arsenobismita** es afine a la **Atelestita**; parece responder a la fórmula  $\text{As}_2\text{O}_7 [\text{Bi}_2\text{O} \cdot 2\text{OH}]_2$ , la cual, empero, es muy insegura.

**Schneebergita**  $\text{SbO}_4 \cdot \text{SbO} \cdot \text{Ca}_2\text{O}$  Cúbica.

8. Grupo (Sales hiperbásicas).

La constitución química de los minerales de este grupo sólo está definida (y aún esto en fórmulas empíricas), para la Manganostibiita y la Hematostibiita, admitiendo para ello la existencia de grupos bivalentes Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-, lo cual es muy poco verosímil. Por esto nos limitamos a dar sus fórmulas empíricas, sin que se conozca con exactitud la colocación de los grupos hidroxílicos. Asimismo, para la Frinklita damos la siguiente fórmula desarrollada:  $\text{AsO}_4[\text{Mn} \cdot 2\text{OH}][\text{Mn} \cdot \text{OH}]_2$ , verosímil desde el punto de vista teórico, por lo cual se coloca este mineral después de los dos primeros del grupo, acerca de cuya basicidad no hay tanta duda.

**Jezekita**  $[\text{PO}_4]_3 [\text{Al}_2\text{O} (\text{F}, \text{OH})_2]_2 \text{Na}_4 \cdot \text{Ca} (\text{F}, \text{OH})_2$

Monocl.  $a:b:c$   $\beta$   
0,8959 : 1 : 1,0241  $105^{\circ}31'$

**Allakita**  $[\text{AsO}_4]_9\text{Mn}_8 \cdot 4 \text{Mn} [\text{OH}]_9$

Monocl.-prismát.  $a:b:c$   $0,6128:1:0,3338$   $95^{\circ}43'$

<b>Flinkita</b>	$\text{AsO}_4\text{Mn} \cdot 2 \text{Mn} [\text{OH}]_2$
	$a : b : c$
Rómb.-bipiram.	0,4131 : 1 : 0,7386
<b>Sinadelfita</b>	$2 \text{AsO}_4 (\text{Mn}, \text{Al}) \cdot 5 \text{Mn} [\text{OH}]_2$
	$a : b : c$
Rómb.-bipiram.	0,4131 : 1 : 0,9192
<b>Hematolita</b> (Diadelfita)	$\text{AsO}_4 (\text{Al}, \text{Mn}) \cdot 4 \text{Mn} [\text{OH}]_2$
	$a$
Ditrig.-escalen.	$100^\circ 48' (a : c = 1 : 0,8885)$
<b>Manganostibiíta</b>	$[(\text{Sb}, \text{As}) \text{O}_{412} \text{Mn}_3 \cdot 7 \text{MnO}]$
	Forma cristalina ?
<b>Hematostibiíta</b>	$[\text{SbO}_{412} (\text{Mn}, \text{Fe})_3 \cdot 7 (\text{Mn}, \text{Fe}) \text{O}]$
	Rómbica ?

*Observ.* Los minerales que a continuación se enumeran parecen pertenecer a este grupo, pero no se conoce con exactitud su composición. La **Magnetostibiana**, antimonio muy básico de Mn y Fe; la **Pleurastita** y la **Rodoarsenita**, arseniatos una y otra; los antimoniatos llamados **Estibiatilita**, **Ferrostibiana**, **Condrostibiana** y la **Basiliíta**, el último de los cuales parece ser un antimonio hiperbásico de Mn"; la **Clorotilita** parece ser  $\text{AsO}_4 [\text{Cu OH}]_3 \cdot \text{Cu} [\text{OH}]_2$ . La **Ceruleofibrita**, rómbica,  $a : b : c = 0,78 : 1 : 0,99$ , es  $[\text{AsO}_4]_2 \text{Cu}_3 \cdot 3 \text{CuCl}_3 \cdot 18 \text{Cu} [\text{OH}]_2$ ; es decir, una sal doble hiperbásica de Arseniato y Clórico

## 9. Grupo.

El único mineral que en él se incluye debe considerarse, en virtud del análisis efectuado, como una sal de un exaácido arsenioso,  $\text{As}_6\text{O}_{17}\text{H}_4$ , que corresponde al exaácido vanádico  $\text{V}_6\text{O}_{17}\text{H}_4$ , cuyas sales son la **Hewettita**, la **Metakewettita** y la **Pascoíta**. Pero es menos sen-

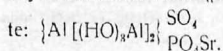
cilla la constitución química de la Barthita si se la considera como un metarseniato básico hidratado de la fórmula  $3[\text{AsO}_3]_2\text{Zn} \cdot \text{Cu}[\text{OH}]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , en cuyo caso debería colocársela en el grupo inmediato anterior.

**Barthita**  $\text{As}_6\text{O}_{17}\text{Zn}[\text{OH}]_8\text{Cu}[\text{OH}]$  Monoclínica?

### C. Asociaciones anhidras de Fosfatos con Sulfatos y Cromatos.

#### 1. Grupo.

Los minerales de este grupo son compuestos de fosfatos o arseniats con sulfatos. Se admite la existencia en ellos de grupos hidroxilicos, si bien no se ha efectuado investigación alguna respecto a la naturaleza del agua que contienen. Los miembros de este grupo son probablemente isomorfos y muy afines cristalográficamente con la serie, muy próxima también, de la Alunita y con la de la Hamlinita (pág. 139). Como en éstas, se trata, en opinión de Werner, de sales exólicas típicas cuya constitución sería (para la Svanbergita) la siguiente:



**Svanbergita**  $[\text{PO}_4][\text{SO}_4]\text{Sr}[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_3$  Trigonal

$$90^\circ 34' \quad (a:c = 1:1,2063)$$

**Hinsdalita**  $[\text{PO}_4][\text{SO}_4]\text{Pb}[\text{Al} \cdot 2\text{OH}]_3$  Trigonal

$$89^\circ 40' \quad (a:c = 1:1,2677)$$

- Korkita**  $[\text{PO}_4][\text{SO}_4]\text{Pb}[\text{Fe} \cdot 2 \text{OH}]_3$  Trigonal  
 $91^\circ 16'$  ( $a : c = 1 : 1,1842$ )
- Beudantita**  $[\text{PO}_4][\text{SO}_4]\text{Pb}[\text{Fe} \cdot 2 \text{OH}]_3$  Trigonal  
 $91^\circ 16'$  ( $a : c = 1 : 1,1842$ )

*Observ.* La **Hartiita** es, según Hussak  $[\text{PO}_4][\text{SO}_4][\text{Al} \cdot 2 \text{OH}]_2[\text{Al} \cdot \text{OH}]_2 \text{Sr} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , y según Schaller debe considerarse este mineral como una mezcla de 1 molécula de Hamlinita y 2 de Alunita, con la fórmula:  $\text{P}_2\text{O}_7[\text{Al} \cdot 2 \text{OH}]_3[\text{Sr} \cdot \text{OH}] + 2([\text{SO}_4]_2[\text{Al} \cdot 2 \text{OH}]_3\text{K})$ . La **Munkforsita** se distingue de la Svanbergita por una proporción algo mayor de Ca : Al. La **Munkrudita** es un sulfofosfato parecido de  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$  y muy poco  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; no se ha hecho su análisis cuantitativo.

## 2. Grupo.

- Diadochita**  $[\text{PO}_4]_2[\text{SO}_4\text{H}]_2\text{Fe}_4\text{O}[\text{OH}]_2$  Monoclinica  
 (Destinezita)

*Observ.* Según Cornu, la Diadochita representa el coloide de la Delvauxita por absorción del ácido sulfúrico, y adopta la anterior fórmula como cristaloides. La **Ficinita** parece ser una sal básica de óxido de hierro del ácido fosfórico y del sulfúrico. La **Hussakita**, considerada como una asociación de fosfato y sulfato, no es sino una Xenotima prismática.

## 3. Grupo.

- Laxmannita**  $[\text{PO}_4]_2(\text{Pb}, \text{Cu})_3 \cdot [\text{CrO}_4]_2\text{Pb}[\text{Pb}_2\text{O}]$   
 $a : b : c$   
 Monocl.-prism.  $0,7459 : 1 : 1,4028$   $110^\circ 10'$

*Observ.* La **Vauquelinita** de Berjosowsk contiene siempre algo de ácido fosfórico y debe estudiarse aquí, en tanto que la **Fosfocromita** probablemente no es más que una asociación de Vauquelinita y Piromorfita.



## D. Fosfatos, Arseniatos, etc., hidratados.

## a) Sales ácidas.

## 1. Grupo (con metales mono y bivalentes).

**Estercorita**  $\text{PO}_4[\text{NH}_4]\text{NaH} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 

$$\begin{array}{c} a : b : c \\ \text{Monoclin.-prism. } 2,8828 : 1 : 1,8616 \quad 99^\circ 18' \end{array}$$
**Hannayita**  $[\text{PO}_4]_4\text{Mg}_3[\text{NH}_4]_2\text{H}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  Tricl.-pin.
$$\begin{array}{c} a : b : c \\ 0,6990 : 1 : 0,9743 \quad 122^\circ 31' \quad 126^\circ 46' \quad 54^\circ 10\frac{1}{2}' \end{array}$$

*Observ.* La **Dittmarita** (rómica) quizá sea  $[\text{PO}_4]_3\text{Mg}_3[\text{NH}_4]\text{H}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . La **Schertelita**  $[\text{PO}_4]_2\text{Mg}[\text{NH}_4]_2\text{H}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

## 2. Grupo (con metales bivalentes).

**Haidingerita**  $\text{AsO}_4\text{CaH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipir.
$$\begin{array}{c} a : b : c \\ 0,4273 : 1 : 0,4928 \end{array}$$
**Wenzelita**  $\text{PO}_4\text{MnH} \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prism.
$$\begin{array}{c} a : b : c \\ 2,3239 : 1 : 2,8513 \quad 133^\circ 38' \end{array}$$
**Brushita**  $\text{PO}_4\text{CaH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prism.
$$\begin{array}{c} a : b : c \\ 0,6221 : 1 : 0,3415 \quad 95^\circ 15' \end{array}$$
**Farmacolita**  $\text{AsO}_4\text{CaH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monocl.-prism.
$$\begin{array}{c} a : b : c \\ 0,6236 : 1 : 0,3548 \quad 96^\circ 36' \end{array}$$

*Observ.* La Brushita y la Farmicolita son isomorfos. La **Meta-brushita** contiene una mitad menos de  $H_2O$ ; la **Stoffertita**, por el contrario, contiene  $\frac{3}{4} H_2O$  más que la Brushita.

**Newberyita**  $PO_4MgH.3 H_2O$  Rómb.-bipir.  
a : b : c  
0,9548 : 1 : 0,9360

**Wapplerita**  $AsO_4CaH.3\frac{1}{2} H_2O$  Tricl.-pin.  
a : b : c  
0,9007 : 1 : 0,2616  $90^\circ 14'$   $95^\circ 20'$   $90^\circ 11'$

*Observ.* La **Forbesita**, criptocristalina, es  $AsO_4(Ni, Co)H$  con  $3\frac{1}{2}$  o 4  $H_2O$ . La **Pintadoita** quizá sea  $VO_4CaH.4 H_2O$ .

**Roslerita**  $AsO_4MgH.7 H_2O$  Monocl.-prism.  
a : b : c  
0,4473 : 1 : 0,2598  $94^\circ 26'$

**Hureaulita**  $[PO_4]_4(Mn, Fe)_5H_2.H_2O$  Monocl.-prism.  
a : b : c  
0,9192 : 1 : 0,5245  $95^\circ 59'$

**Palaíta**  $[PO_4]_4Mn_5H_2.3 H_2O$  Monoclínica?

*Observ.* La **Martinita**, al parecer  $[PO_4]_4Ca_5H_2.\frac{1}{2} H_2O$ , y trigonal, tal vez sea idéntica a la Monetita (pág. 126). La **Zengita** se distingue de la Martinita solamente por su menor riqueza en magnesio. La **Bindheimita** es un antimoniato de plomo impuro e hidratado. La **Barcenita** parece ser un compuesto de antimoniato de mercurio y calcio con hidrato antimónico ácido. Para la Fosfoferrita véase más adelante, sales básicas, 4 grupo.

### 3. Grupo (Con metales trivalentes).

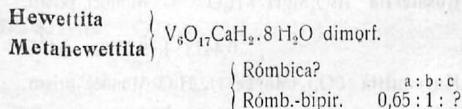
Los minerales que le constituyen están mal conocidos, tanto desde el punto de vista de su composición como del de su estructura cristalina.

La **Henwoodita** quizá sea  $[PO_4]_3Al_4CuH_{10}.6 H_2O$  (forma cristalina?) La **Morinita** debe ser  $[PO_4]_4[AlF]_8$

$[\text{CaF}]_3\text{Na}_2\text{H} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , cristalizando acaso en el monoclinico. La **Soumansita**, tetragonal, es un fluoofosfato hidratado de aluminio y sodio, al parecer ácido. La **Fernandinita** es probablemente  $[\text{VO}_4]_{10}\text{V}_2\text{CaH}_{20} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  con vanadio tetravalente como base. La **Richelita** debe ser  $[\text{PO}_4]_4\text{Fe}_6\text{O}[\text{OH}, \text{F}]_4 \cdot 36\text{H}_2\text{O}$ , pero no es homogénea.

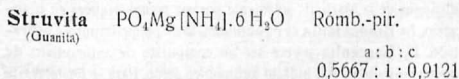
#### 4. Grupo (Sales de ácido exavanádico).

Los dos minerales dimorfos que constituyen este grupo parecen estar compuestos por sales del ácido  $\text{V}_6\text{O}_{17}\text{H}_4$ , que es el que constituye también la Pascoita, la cual está ya bien determinada.

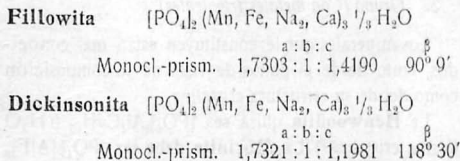


### b) Sales normales.

#### 1. Grupo (Con metales mono y bivalentes).



#### 2. Grupo (Con metales bivalentes).



*Observ.* En la Fillowita la proporción  $Mn:Fe:N_2 = 6:2:1$ ; en la Dickinsonita  $= 6:3:2$ ; probablemente se trata aquí de asociaciones en proporciones fijas y no de cuerpos dimorfos. La **Monita** debe tener aproximadamente la composición  $[PO_4]_2Ca_3 \cdot H_2O$  con un pequeño exceso de agua; la **Piroclasita** es probablemente una asociación de Monita y Monetita (véase pág. 126). La **Ornithita** parece ser  $[PO_4]_2Ca_3 \cdot 2H_2O$ , si bien su fórmula no se conoce con exactitud.

**Fairfieldita**  $[PO_4]_2(Ca, Mn, Fe)_3 \cdot 2H_2O$  Tricl.-pin.

$$\begin{array}{c} a:b:c \\ 0,2797:1:0,1976 \end{array} \quad \begin{array}{c} \alpha \\ 102^\circ 9' \end{array} \quad \begin{array}{c} \beta \\ 94^\circ 33' \end{array} \quad \begin{array}{c} \gamma \\ 77^\circ 20' \end{array}$$

**Roselita**  $[AsO_4]_2(Ca, Co, Mg)_3 \cdot 2H_2O$  Tricl.-pin.

$$\begin{array}{c} a:b:c \\ 0,4536:1:0,6560 \end{array} \quad \begin{array}{c} \alpha \\ 90^\circ 34' \end{array} \quad \begin{array}{c} \beta \\ 91^\circ \end{array} \quad \begin{array}{c} \gamma \\ 89^\circ 20' \end{array}$$

**Brandtita**  $[AsO_4]_2Mn_3 \cdot 2H_2O$  Tricl.-pin.

*Observ.* Las medidas incompletas de la Brandtita dan semejanza con las de la Roselita, por lo cual se está en duda de si se trata de una isomorfía de ambos minerales. La **Lavendulana** se aproxima a  $[AsO_4]_2Cu_3 \cdot 2H_2O$ .

**Lehnerita**  $[PO_4]_2Fe_3 \cdot 3H_2O$  Monocl.-prism.

$$\begin{array}{c} a:b:c \\ 0,89645:1:2,493090 \end{array} \quad \begin{array}{c} \beta \\ 110^\circ 23' \end{array}$$

*Observ.* Parte del FeO está sustituido por MnO y MgO.

**Reddingita**  $[PO_4]_2(Mn, Fe)_3 \cdot 3H_2O$  Rómb.-bipir.

$$\begin{array}{c} a:b:c \\ 0,8676:1:0,9485 \end{array}$$

**Anapaíta**  $[PO_4]_2FeCa_2 \cdot 4H_2O$  Tricl.-pinac.  
(Tamanita)

$$\begin{array}{c} a:b:c \\ 0,7069:1:0,8778 \end{array} \quad \begin{array}{c} \alpha \\ 97^\circ 12' \end{array} \quad \begin{array}{c} \beta \\ 95^\circ 17' \end{array} \quad \begin{array}{c} \gamma \\ 70^\circ 11' \end{array}$$

*Observ.* La **Messelita**, que por sus cristales imperfectos está

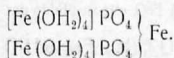
en duda de si se trata de una forma triclínica, es probablemente una Anapaíta que ha perdido parte de su agua; su fórmula sería  $[\text{PO}_4]_2(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg})_2 \cdot 2\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ .

**Hopeíta**  $[\text{PO}_4]_2\text{Zn}_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipir.  
a : b : c  
0,5786 : 1 : 0,4758

*Observ.* La **Parahopeíta** es una modificación con una simetría más restringida, probablemente triclínica. La **Hibbenita**, que tal vez responda a la fórmula  $[\text{PO}_4]_2\text{Zn}_3[\text{Zn}, \text{OH}]_2 \cdot 6\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ , es claramente una asociación de la Hopeíta (a la cual se asemeja por otra parte desde el punto de vista físico) y otro fosfato de cinc, quizá la Spencerita. La **Stewartita** acaso sea  $[\text{PO}_4]_2\text{Mn}_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , triclínica, La **Tricalcita** es  $[\text{AsO}_4]_2\text{Cu}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ; se desconoce su forma cristalina. La **Picrofarmacolita** es aproximadamente  $[\text{AsO}_4]_2(\text{Ca}, \text{Mg})_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ; sólo conocida en parte. La **Ferghanita** debe ser  $[\text{VO}_4]_2\text{U}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ; se desconoce su forma cristalina. Quizá sea idéntica a la Tujamunita.

### 3. Grupo (De la Vivianita).

Los minerales de este grupo constituyen una serie isomorfa, cuyas formas cristalinas sólo pueden reconocerse raras veces. Desde el punto de vista de A. Werner estas sales son compuestos a base del radical  $\text{R}''(\text{H}_2\text{O})_4$ , próximamente de la fórmula (de la Vivianita):



**Vivianita**  $[\text{PO}_4]_2\text{Fe}_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-pris.  
a : b : c  
0,7498 : 1 : 0,7017  $104^{\circ}26'$

**Symplesita**  $[\text{AsO}_4]_2\text{Fe}_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-pris.  
a : b : c  
0,7806 : 1 : 0,6812  $107^{\circ}17'$

**Eritrita**  $[\text{AsO}_4]_2\text{Co}_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-pris.  
(Flores de cobalto)

a : b : c  $\beta$   
0,7502 : 1 : 0,7006  $105^\circ 1'$

**Annabergita**  $[\text{AsO}_4]_2\text{Ni}_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-pris.  
(Flores de níquel)

?

**Cabrerita**  $[\text{AsO}_4]_2(\text{Ni}, \text{Mg})_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Monocl.-pris.

a : b : c  $\beta$   
0,8237 : 1 : 0,7767  $102^\circ 29'$

*Observ.* La Vivianita contiene a menudo indicios de Mn, Mg y Ca, que se acusan con más exceso en la **Paravivianita**. Al descomponerse da origen a dos minerales, todavía mal conocidos, la  $\alpha$ -**Kertschenita**, a la cual se atribuye la fórmula  $[\text{PO}_4]_2\text{Fe}'''[\text{Fe}'' \cdot 2\text{OH}]\text{Fe}'' \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , y la  $\beta$ -**Kertschenita**, cuya fórmula debe ser  $[\text{PO}_4]_6\text{Fe}'''_2[\text{Fe}''' \cdot 2\text{OH}]_2\text{Fe}''_5 \cdot 21 \text{H}_2\text{O}$ ; como producto derivado de la Paravivianita está la **Oxikertschenita**, la cual constituye unaseudomorfo de este mineral con la fórmula  $[\text{PO}_4]_6\text{Fe}'''_4[\text{Fe}''' \cdot 2\text{OH}]_4(\text{Mn}, \text{Ca}) \cdot 19 \text{H}_2\text{O}$ . Como producto de oxidación de la Vivianita se conoce la **Egüeita**, cuya composición es  $[\text{PO}_4]_{10}\text{Fe}'''_{30}\text{Ca}_{15} \cdot 6 \text{Fe}[\text{OH}]_3 \cdot 60 \text{H}_2\text{O}$ , difícil de interpretar; quizá se trate de un mineral no individualizado. Un mineral que Beudant denominó **Rodoíta** es idéntico a la Eritrita. La **Dudgeonita** es una Annabergita en la cual un tercio aproximadamente del Ni está sustituido por el Ca. La cantidad de arsénico que contienen las Cabreritas del Laurium (según Sachs), es variable. Estas Cabreritas están prácticamente desprovistas de cobalto, mientras que las españolas contienen algún tanto por ciento de este metal; el níquel predomina enormemente respecto del magnesio. Isomorfos siempre con la Vivianita, pero sin que sus cristales hayan permitido medidas aceptables, son los siguientes minerales: la **Bobierrita**  $[\text{PO}_4]_2\text{Mg}_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Hornesita**  $[\text{AsO}_4]_2\text{Mg}_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Kettigita**  $[\text{AsO}_4]_2(\text{Zn}, \text{Co}, \text{Ni})_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ . La **Hautefeuillita** es una Bobierrita en la cual el calcio sustituye aproximadamente la quinta parte del magnesio.

#### 4. Grupo (Con metales trivalentes).

Los minerales pertenecientes a este grupo son cono-

cidos, química y cristalográficamente, sólo en una parte restringida. Las fórmulas son, en general, poco exactas.

**Rabdofana**  $\text{PO}_4(\text{La}, \text{Di}, \text{Y}, \text{Er}) \cdot \text{H}_2\text{O}$  Tetrag. o exag.  
(Scovillita)

*Observ.* En la Rabdofana predominan las tierras de cerio, y en la Scovillita los metales del itrio.

**Fosfosiderita**  $\text{PO}_4\text{Fe} \cdot 1\frac{3}{4}\text{H}_2\text{O}$   
a : b : c  
Rómb.-bipir. 0,5456 : 1 : 0,8905

**Variscita** }  
(Calaita) }  $\text{PO}_4\text{Al} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dimorf.

**Lucinita** }  
a : b : c  
Rómb.-bipir. 0,8944 : 1 : 1,0919  
a : b : c  
Rómb.-bipir. 0,8729 : 1 : 0,9788

*Observ.* Estos dos cuerpos, que según Schaller son dimorfos, guardan tales semejanzas entre sí, que su identidad parece estar fuera de duda. Una variedad de la Variscita de Vashegy contiene 3 mol. de  $\text{H}_2\text{O}$ . La **Redondita** acaso sea el coloide correspondiente.

**Strengita**  $\text{PO}_4\text{Fe} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipir.  
a : b : c  
0,8663 : 1 : 0,9776

**Escorodita**  $\text{AsO}_4\text{Fe} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipir.  
a : b : c  
0,8658 : 1 : 0,9541

*Observ.* Estos dos minerales son isomorfos. La **Vilateita** es tal vez una Strengita que contiene Mn. La **Jorgyanita** es una Escorodita terrosa.

Mal conocidos todavía, hé aquí los minerales siguientes: La **Berlinita**  $\text{PO}_4\text{Al} \cdot \frac{1}{4}\text{H}_2\text{O}$ ; desconócese la forma cristalina. La **Heterosita** (**Hetepozita**)  $\text{PO}_4(\text{Fe}, \text{Mn}) \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , y la **Purpurita**  $\text{PO}_4(\text{Mn}, \text{Fe}) \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , derivada de la anterior; mal conocidos. La **Pseudoheterosita** se distingue ópticamente de la Heterosita. La **Flajo-**

**lotita** parece ser  $\text{SbO}_4\text{Fe} \cdot \frac{3}{4}\text{H}_2\text{O}$ ; se desconoce su forma cristalina. **Sjogruvita** debe de ser  $[\text{AsO}_4]_3\text{Fe}(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Pb})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . La **Salmonsita** parece ser  $[\text{PO}_4]_8\text{Fe}''_2\text{Mn}''_9 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ ; desconócese la forma cristalina. La **Barrandita**  $\text{PO}_4(\text{Fe}, \text{Al}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; forma cristalina desconocida. La **Churchita** se aproxima a  $[\text{PO}_4]_{12}\text{Ce}_{10}\text{Ca}_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ . La **Callainita**  $\text{PO}_4\text{Al} \cdot 3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . La **Zepharowichita**  $\text{PO}_4\text{Al} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; desconocida su forma cristalina. La **Koninckita**  $\text{PO}_4\text{Fe} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; (rómbrica ?). La **Minervita**  $\text{PO}_4\text{Al} \cdot 3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ; su forma cristalina no se conoce. La **Gibbsita**  $\text{PO}_4\text{Al} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; no se conoce con exactitud. Muchas apariencias de la Hidrargilita (página 77), reciben también este nombre. La **Liskeardita** es  $\text{AsO}_4(\text{Al}, \text{Fe}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ; no se conoce su forma cristalina.

### 5. Grupo (Sales del ácido exavanádico).

El mineral incluido en este grupo parece más bien ser una sal del ácido  $\text{V}_6\text{O}_{11}\text{H}_4$ , que tan íntima relación guarda con el de la Hewettita y la Metahebettita.

**Pascoíta**  $\text{V}_6\text{O}_{11}\text{Ca}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$  Monoclínica

*Observ.* La cantidad de agua de la Pascoíta no siempre es exacta y segura.

### c) Sales básicas.

#### 1. Grupo (Con metales bivalentes).

En él se incluyen los minerales seriados por orden ascendente de su acidez; es decir, según sus hidroxilos, reservando para el párrafo de las observaciones las sales menos conocidas.

**Conicalcita**  $(\text{As}, \text{P}, \text{V})\text{O}_4(\text{Cu}, \text{Ca})(\text{Cu} \cdot \text{OH}) \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$   
Rómbrica

**Tagilita**  $\text{PO}_4\text{Cu}[\text{Cu} \cdot \text{OH}] \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monoclín.

**Spencerita**  $\text{PO}_4\text{Zn}[\text{Zn} \cdot \text{OH}] \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  \*



<b>Ludlamita</b>	$[\text{PO}_4]_{14}\text{Fe}_5[\text{Fe}(\text{OH})_2]_8 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	
	$a : b : c$	$\beta$
	Monocl.-prism.	$2,2527 : 1 : 1,9820 \quad 100^\circ 33'$
<b>Hemafibrita</b>	$\text{AsO}_4[\text{Mn}(\text{OH})_3]_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rómb.
	$a : b : c$	
		$0,5261 : 1 : 1,1502$
<b>Eucroíta</b>	$\text{AsO}_4\text{Cu}[\text{Cu}(\text{OH})] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Rómb.
	$a : b : c$	
		$0,6088 : 1 : 1,0379$
<b>Tsumebita</b> (Preslita)	$[\text{PO}_4]_2(\text{Pb}, \text{Cu})[(\text{Pb}, \text{Cu})\text{OH}]_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	
	$a : b : c$	$\beta$
	Monocl.-prism.	$0,977 : 1 : 0,879 \quad 98^\circ 16'$

*Observ.* Los datos para la Tsumebita son de Busz; según Rossick, es probablemente rómbica,  $a : b : c = 0,977 : 1 : 0,879$ . Los siguientes minerales están todavía mal conocidos: la **Pseudolibethenita**, al parecer  $\text{PO}_4\text{Cu}[\text{Cu}(\text{OH})] \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ; no está determinada aún su forma cristalina. **Bayldonita**,  $\text{AsO}_4(\text{Cu}, \text{Pb})[\text{Cu}(\text{OH})] \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ , cuya forma cristalina es desconocida; quizá sean idénticas a ella la **Parabayldonita** y la **Cuproplumbita** de Biehl. La **Ehlita**  $[\text{PO}_4]_2\text{Cu}[\text{Cu}(\text{OH})_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , sólo conocida en parte. (Véase pág. 137, observación, acerca de la Clinoclasa). Parte del fósforo está sustituido por el vanadio. La **Leucocalcita**, aproximadamente  $\text{AsO}_4\text{Cu}[\text{Cu}(\text{OH})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , mal conocida. La **Angelaardita** se distingue difícilmente de la Ludlamita. La **Isociasa**,  $\text{PO}_4\text{Ca}[\text{Ca}(\text{OH})] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ; (monoclínica?). La **Cornwallita**,  $[\text{AsO}_4]_2\text{Cu}[\text{Cu}(\text{OH})_4] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ; se desconoce su forma cristalina. La **Volborthita** en parte (véase de Perm) es  $\text{VO}_4[(\text{Cu}, \text{Ca}, \text{Ca})\text{OH}]_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ; sólo en parte conocida.

## 2. Grupo (Sales hiperbásicas de metales bivalentes).

<b>Calcofilita</b>	$\text{AsO}_4[\text{Cu}(\text{OH})_3]_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	
	$a$	
	Ditrig.-escalen.	$96^\circ 7' \quad (a : c = 1 : 1,5536)$

*Observ.* La fórmula es dudosa; quizá se trate de una asociación de  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  con  $[\text{AsO}_4]_2\text{Cu}_3$ .

**Veszelyíta**  $2(\text{As}, \text{P})\text{O}_4[(\text{Cu}, \text{Zn})\text{OH}]_3.$

$9(\text{Cu}, \text{Zn})[\text{OH}]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Tricl.-pin.

$a:b:c$   
0,7101:1:0,9134  $\alpha$  89° 31'  $\beta$  103° 50'  $\gamma$  89° 34'

*Observ.* Esta fórmula es muy hipotética.

### 5. Grupo (Sales básicas de metales trivalentes).

**Eleonorita**  $[\text{PO}_4]_2[\text{Fe}(\text{OH})_3] \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

$a:b:c$   
Monocl.-prism. 2,755:1:4,016  $\beta$  131° 27'

*Observ.* La **Beraunita** parece ser  $[\text{PO}_4]_3\text{Fe}_3[\text{OH}]_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , acaso idéntica con la Eleonorita.

**Peganita**  $\text{PO}_4\text{Al}_2[\text{OH}]_3 \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  Rómbica

$a:b:b$   
0,409:1:?

**Wavellita**  $[\text{PO}_4]_2[\text{Fe}(\text{OH})_3] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  Rómb.-bipir.

$a:b:c$   
0,5573:1:0,4084

*Observ.* Una pequeña parte del hidroxilo está sustituida por fluor. La **Fischerita**, cuya fórmula aproximada es  $\text{PO}_4\text{Al}_2[\text{OH}]_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , probablemente será idéntica a la Wavellita, lo mismo que la **Kapnicita**.

**Farmacosiderita**  $[\text{AsO}_4]_2[\text{Fe}(\text{OH})_3] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Cúbico-exaquisoctaédrica

*Observ.* Esta fórmula no es del todo segura.

**Cacoxena**  $\text{PO}_4\text{Fe}_2[\text{OH}]_3 \cdot 4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

Monoclínica o triclinica.

*Observ.* Hé aquí una serie de ferrifosfatos coloidales con cantidades de agua variables: la **Picita**,  $[\text{PO}_4]_4\text{Fe}_7[\text{OH}]_9 \cdot 13\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , y

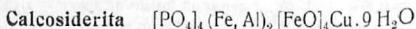
la **Delvauxita** que responde a la fórmula (hipotética)  $[\text{PO}_4]_2\text{Fe}_4[\text{OH}]_6 \cdot 17 \text{H}_2\text{O}$ . Según Cornu, esta última se deriva de la Stilpnosiderita en virtud de la absorción del ácido fosfórico, por lo cual su colocación por los antiguos mineralogistas era delante de la Kräurita. El **Eisensinter** es un ferriarseniato coloidal, para el cual se han dado diversas fórmulas. La **Evansita**  $\text{PO}_4\text{Al}_3[\text{OH}]_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , es, según Cornu, un coloide. La **Rosieresita** quizá sea una Evansita que contiene Pb y Cu, quizá, empero, una mezcla mecánica. La **Planerita** es un coloide cuya fórmula sería  $\text{P}_4\text{O}_{19}\text{Al}_6 \cdot 18-20 \text{H}_2\text{O}$ ; la **Ceruleolaktita** es probablemente idéntica a la anterior. Ambos minerales contienen a veces sales cúpricas absorbidas. Los minerales que a continuación se enumeran están mal conocidos, pero no tienen estructura coloidal, sino que son cuerpos cristalizados: la **Wardita**,  $\text{PO}_4\text{Al}_2[\text{OH}]_8 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ , con indicios de Na, Mg, Ca, etc., los cuales seguramente no forman parte de la fórmula. La **Vashegyita**,  $[\text{PO}_4]_3\text{Al}_4[\text{OH}]_3 \cdot 13 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ . La **Esferita**, cuya fórmula  $[\text{PO}_4]_2\text{Al}_5[\text{OH}]_9 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  no es del todo segura.

#### 4. Grupo (Sales básicas de metales tri y bivalentes).

<b>Roscherita</b>	$[\text{PO}_4]_2[\text{Al} \cdot \text{OH}](\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
	Monocl. $\begin{matrix} a : b : c \\ 0,94 : 1 : 0,88 \end{matrix} \begin{matrix} \beta \\ 90^\circ 50' \end{matrix}$
<b>Mazapilita</b>	$[\text{AsO}_4]_2\text{Fe}_4[\text{OH}]_6\text{Ca}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
	Rómb.-bipir. $\begin{matrix} a : b : c \\ 0,8616 : 1 : 0,9960 \end{matrix}$
<b>Childrenita</b>	$\text{PO}_4\text{Al}[\text{OH}]_2(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{H}_2\text{O}$
	Rómb.-bipir. $\begin{matrix} a : b : c \\ 0,7780 : 1 : 0,5258 \end{matrix}$
<b>Eosforita</b>	$\text{PO}_4\text{Al}[\text{OH}]_2(\text{Mn}, \text{Fe}) \text{H}_2\text{O}$
	Rómb.-bipir. $\begin{matrix} a : b : c \\ 0,777 : 1 : 0,515 \end{matrix}$

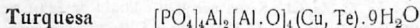
*Observ.* Estos dos minerales, que son isomorfos, se distinguen tan sólo por la proporción Fe : Mn. La Childrenita contiene también

indicios de Ca en lugar del Fe y Mn. Quizá sea idéntica a la Maza-pilita la Arseniosiderita.



a : b : c                       $\alpha$                        $\beta$                        $\gamma$

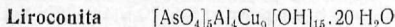
Tricl.-pin. 0,7910:1:0,6051 92°58' 93°30' 107°41'



(Calalta)

Triclin.-pinac.

*Observ.* Los cristales de Turquesa no permiten su medida exacta, pero son completamente isomorfos con los de la Calcosiderita.



a : b : c                       $\beta$

Monocl.-prism. 1,6809:1:1,3190 91°27'

*Observ.* Esta fórmula es insegura. Hé aquí los siguientes minerales de estructura coloidal: la **Borickita**  $[\text{PO}_4]_2 \text{Fe}_4 [\text{OH}]_6 \text{Ca} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ; quizá sea idéntica a ella la **Foucherita**, que debe de ser  $[\text{PO}_4]_6 [(\text{Fe}, \text{Al}) 2 \text{OH}]_{12} \text{Ca}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . La **Chenevixita** es  $[\text{AsO}_4]_2 [\text{FeO}]_2 \text{Cu}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ . La **Keoheita**, aproximadamente  $[\text{PO}_4]_6 \text{Al}_8 [\text{OH}]_{12} \text{Zn}_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ . La **Taranakita** contiene algo de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y de  $\text{FeO}$ , lo mismo que de  $\text{K}_2\text{O}$  en lugar del  $\text{ZnO}$ . La **Yokonita** viene a ser  $[\text{AsO}_4]_{10} \text{Fe}_{15} [\text{OH}]_{30} \text{Ca}_9 \cdot 25 \text{H}_2\text{O}$ . Cristaloideos incompletamente conocidos, hé aquí los siguientes: la **Calcioferrita**  $[\text{PO}_4]_4 (\text{Fe}, \text{Al})_4 [\text{OH}]_3 (\text{Ca}, \text{Mg})_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ; (monoclínica?). La **Ceruleita**  $[\text{AsO}_4]_2 [\text{AlO}]_4 \text{Cu} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ , quizá un coloide. La **Hitchcockita** quizá sea una Plumbogummite impura, y acaso su contenido en ácido carbónico responda a una mezcla mecánica (o absorbido del mineral coloidal). Según Hartley, su fórmula es:  $6 \text{PO}_4 \text{Al}_2 [\text{OH}]_6 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_3 \text{Pb} \cdot [\text{PO}_4]_2 \text{Pb}_3$ . La **Odontolita** es el nombre con que se conoce el producto constituido por los restos fósiles de huesos y dientes, cuya composición se aproxima a la de la Turquesa  $\text{PO}_4 (\text{Al}, \text{Fe})$ ,  $[\text{PO}_4]_2 \text{Ca}_3$ ,  $\text{CO}_3 \text{Ca}$  y  $\text{CaF}_2$ . Un compuesto de metales monovalentes es la **Palmerita**, tal vez  $[\text{PO}_4]_6 \text{Al}_6 [\text{OH}]_2 \text{K}_2 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ . Además debemos mencionar aquí algunos minerales bien cristalizados que se presentan en las pegmatitas, cuya fórmula, no obs-

tante, se desconoce o poco menos; quizá se trate de fosfatos hiperbásicos. La **Kreuzbergita (Pleysteinita)**, rómbica-bipiramidal,  $a : b : c = 0,3938 : 1 : 0,5261$ , y que es un fosfato de aluminio, algo de hierro, manganeso, y calcio; contiene ligeros indicios de agua, y, dudosos, de fluor. La **Fosfofilita**, monocl.-prism.,  $a : b : c = 1,0381 : 1 : 1,7437$ ,  $\beta = 90^\circ 28'$ , es, según un análisis de poca garantía, un fosfato de Fe, Al, Mg, Ca y K con una gran cantidad de agua; no es segura la existencia en él de  $H_2SO_4$ . Se han descrito dos minerales distintos con el nombre de Fosfofilita. La **Fosfoferrita**, que parece ser un fosfato ácido de FeO con algo de Ca, Mn y Al, y con indicios de  $H_2SO_4$ ; es nombre con que se designan diversos minerales distintos entre sí, pero que no se conocen ni aproximadamente. La **Lacroixita**, rómbica,  $a : b : c = 0,795 : 1 : 1,568$ , quizá sea, empero, monoclinica, su fórmula parece ser ésta:  $[PO_4]_3 [AlO]_3 [(Ca, Mn)(OH, F)]_4 Na_4 \cdot 2 H_2O$ , o también  $PO_4 [AlO] [CaOH] Na_2$ .

### 5. Grupo (Uranitos o micas de Urano).

Este grupo se compone de minerales que pasan de unos a otros mediante una aparente complicación de la simetría, es decir, que los términos tetragonales son en realidad pseudotetragonales y constituidos por laminillas rómbicas submicroscópicas; los cristales rómbicos, por su parte, se distinguen difícilmente de los tetragonales. Según las ideas de Werner están formados bajo la siguiente fórmula de constitución:  $[(UO_2)(OH_2)_4] PO_4 - R'' - PO_4 [(UO_2)(OH)_4]$ .

<b>Torbernita</b> (Kupferuranita)	$[PO_4]_2 [UO_2]_2 Cu \cdot 8 H_2O$	$a : c$ Ditetrag.-bipir. 1 : 2,9361
<b>Zeunerita</b>	$[AsO_4]_2 [UO_2]_2 Cu \cdot 8 H_2O$	$a : c$ Ditetrag.-bipir. 1 : 2,9125
<b>Autunita</b> (Kalkuranita)	$[PO_4]_2 [UO_2]_2 Ca \cdot 8 H_2O$	$a : b : c$ Rómb.-bipir. 0,9875 : 1 : 2,8517

**Uranospinita**  $[\text{AsO}_4]_2 [\text{UO}_2]_2 \text{Ca} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

$a : b : c$   
Rómb.-bipir. 1 ca. : 1 : 2,9136

**Uranocircita**  $[\text{PO}_4]_2 [\text{UO}_2]_2 \text{Ba} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

(Bariouranita)

Romb.-bipir. ?

*Observ.* La **Fritzscheita** debe ser una mica de urano con ácidos fosfórico y vanádico, manganeso y agua. La **Bassetita** parece ser una modificación monoclinica de la Autunita.

## 6. Grupo.

En él están reunidas algunas sales básicas e hidratadas de bismuto y de uranilo, cuyas fórmulas no son seguras aún y que tampoco son del todo conocidas desde el punto de vista cristalográfico. No guardan ninguna relación con los anteriores grupos.

**Rhagita**  $[\text{AsO}_4]_4 \text{Bi} [\text{BiO}]_9 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Forma cristalina?

*Observ.* Este mineral quizá sea amorfo. Su fórmula no es del toda segura.

**Mixita**  $[\text{AsO}_4]_3 \text{BiCu}_{10} [\text{ON}]_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Rómbica

**Walpurgina**  $\text{As}_4\text{O}_{28} \text{Bi}_{10} [\text{UO}_2]_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  Triclin.-pin.

$a : b : c$   
0,6862 : 1 : ?     $\alpha$  70° 44'     $\beta$  114° 8'     $\gamma$  85° 30'

**Fosfuranilita**  $[\text{PO}_4]_2 [\text{UO}_2]_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  Forma cristalina?

*Observ.* Esta fórmula es muy insegura.

$a : c$

**Trogerita**  $[\text{AsO}_4]_2 [\text{UO}_2]_3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  Tetragonal 1 : 2,16

*Observ.* La **Uvanita**,  $\text{V}_6\text{O}_{21}\text{U}_2 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ , no es otra cosa que la sal de uranilo derivada del ácido exavanádico (véase la Hewettita, página 146), atribuyéndosele esta fórmula:  $\text{V}_6\text{O}_{17} [\text{UO}_2]_2 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ ; es rómbica. La **Tjujamunita** debe ser  $[\text{VO}_4]_2 [\text{UO}_2]_2 \text{Ca} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ; quizá sea idéntica a la Ferghanita (pág. 148). La **Carnotita**

$\text{VO}_4 [\text{UO}_2] \text{K} \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ , no es homogénea. Próxima a ella está probablemente la **Vesbita**.

## E. Asociaciones hidratadas de Fosfatos y Arseniatos con Carbonatos, Sulfatos y Boratos.

### 1. Grupo.

Los minerales que en él se incluyen son muy afines al Apatito, y quizá deban considerarse como productos de alteración de éste con impurezas secundarias de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , o idénticos al Carbonato-apatito.

**Dahlilita**  $\text{CO}_3 [\text{PO}_4]_4 \text{Ca} \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  Exagonal (?)

*Observ.* Esta fórmula es completamente insegura; la cantidad de agua que este mineral lleva puede variar. La **Podolita** es  $\text{CO}_3 [\text{PO}_4]_6 \text{Ca}_{10}$ , con cantidades variables de agua; tal vez sea idéntica a la Dahlilita.

**Staffelita**  $\text{CO}_3 [\text{PO}_4]_6 \text{Ca}_9 [\text{CaF}]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Exagonal

*Observ.* La **Francolita** es la variedad fibrosa de la Staffelita; la **Merrillita**, observada en los meteoritos, se distingue de la anterior únicamente por ligeras variaciones de carácter óptico. La **Colofana** es una Podolita coloidal con notable cantidad de agua (absorbida). La **Fluocolofana** es un coloide constituido por  $[\text{PO}_4]_2 \text{Ca}_3 \cdot \text{CO}_3 \text{Ca}$ , al cual acompaña cierta cantidad de  $[\text{PO}_4]_6 \text{Ca}_8 [\text{CaF}]_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . La **Hitchcockita** (pág. 139) no es, seguramente, más que un fosfato cuyo ácido carbónico que presenta lo debe a una simple mezcla mecánica. La **Rivotita** parece ser una mezcla de ácido antimónico, ácido carbónico y cobre.

### 2. Grupo.

**Lossenita**  $[\text{SO}_4] [\text{AsO}_4]_6 [\text{Fe} \cdot \text{OH}]_6 \text{Pb} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

a : b : c  
Rómb.-bipir. 0,843 : 1 : 0,945

**Lindackerita**  $[\text{SO}_4][\text{AsO}_4]_4\text{Cu}_3\text{Ni}_3[\text{OH}]_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
Rómbico bipir. ?

**Pitticita**  $[\text{SO}_4]_3[(\text{As}, \text{P})\text{O}_4]_{10}\text{Fe}_{20}[\text{OH}]_{24} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  Amorfa

*Observ.* Por ser la Pitticita un ferriarseniato coloidal, el ácido sulfúrico, y muchas veces también el fosfórico que contiene, están absorbidos; estos ácidos varían en la proporción en que están asociados al mineral, según se deduce de los análisis. La **Ganomatita** parece ser asimismo un Ferriarseniato coloidal, el cual contiene indicios de ácido antimónico absorbido. El **Fosforeisensinter** es un coloide, que se compone de ácido fosfórico, ácido sulfúrico, óxido de hierro y agua; hé aquí el resultado de un análisis:  $5 \text{PO}_4\text{Fe} \cdot [\text{SO}_4]_3\text{Fe}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ; es decir, un ferri-fosfato con ácido sulfúrico en absorción. Quizá debieran incluirse aquí algunos minerales que han sido descritos como Fosfofillita y Fosfoferrita (pág. 156).

### 3. Grupo.

**Lunenburgita**  $\text{P}_{16}\text{B}_{14}\text{O}_{21} \cdot 45 \text{H}_2\text{O}$  Exagonal

*Observ.* Según Biltz y Marcus la constitución de la Lunenburgita es ésta:  $[\text{PO}_4]_2\text{Mg}_3 \cdot 1,77 [\text{H}_3\text{BO}_3] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .

## F. Asociaciones hidratadas de Sulfoxiarseniatos y Carbonatos.

### 1. Grupo.

La constitución y la cristalización del único mineral que en este grupo cabe incluir está bien establecida, según los trabajos de F. Müller y H. Steinmetz.

**Tirolita**  $\text{CO}_3(\text{Cu}, \text{Ca})_2[\text{As}(\text{O}, \text{S})_4[\text{CuOH}]_2]$  Exagonal